

PEMAHAMAN MURID TAHUN LIMA TENTANG LUAS SEGI EMPAT

MANIVANNAN A/L SUBRAMANIAM

TESIS DISERAHKAN SEBAGAI MEMENUHI SEBAHAGIAN KEPERLUAN BAGI IJAZAH
DOKTOR FALSAFAH

FAKULTI PENDIDIKAN
UNIVERSITI MALAYA
KUALA LUMPUR

2017

UNIVERSITI MALAYA
PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN

Nama: **MANIVANNAN A/L SUBRAMANIAM** (No. K.P/Pasport:

No. Pendaftaran/Matrik: **PHB070036**

Nama Ijazah: **DOKTOR FALSAFAH**

Tajuk Kertas Projek/Laporan Penyelidikan/Disertasi/Tesis ("Hasil Kerja ini"):
PEMAHAMAN MURID TAHUN LIMA TENTANG LUAS SEGI EMPAT

Bidang Penyelidikan:
KURIKULUM DAN PENGAJARAN (PENDIDIKAN MATEMATIK)

Saya dengan sesungguhnya dan sebenarnya mengaku bahawa:

- (1) Saya adalah satu-satunya pengarang/penulis Hasil Kerja ini;
- (2) Hasil Kerja ini adalah asli;
- (3) Apa-apa penggunaan mana-mana hasil kerja yang mengandungi hakcipta telah dilakukan secara urusan yang wajar dan bagi maksud yang dibenarkan dan apa-apa petikan, ekstrak, rujukan atau pengeluaran semula daripada atau kepada mana-mana hasil kerja yang mengandungi hakcipta telah dinyatakan dengan sejelasnya dan secukupnya dan satu pengiktirafan tajuk hasil kerja tersebut dan pengarang/penulisnya telah dilakukan di dalam Hasil Kerja ini;
- (4) Saya tidak mempunyai apa-apa pengetahuan sebenar atau patut semunasabahnya tahu bahawa penghasilan Hasil Kerja ini melanggar suatu hakcipta hasil kerja yang lain;
- (5) Saya dengan ini menyerahkan kesemua dan tiap-tiap hak yang terkandung di dalam hakcipta Hasil Kerja ini kepada Universiti Malaya ("UM") yang seterusnya mula dari sekarang adalah tuan punya kepada hakcipta di dalam Hasil Kerja ini dan apa-apa pengeluaran semula atau penggunaan dalam apa jua bentuk atau dengan apa juga cara sekalipun adalah dilarang tanpa terlebih dahulu mendapat kebenaran bertulis dari UM;
- (6) Saya sedar sepenuhnya sekiranya dalam masa penghasilan Hasil Kerja ini saya telah melanggar suatu hakcipta hasil kerja yang lain sama ada dengan niat atau sebaliknya, saya boleh dikenakan tindakan undang-undang atau apa-apa tindakan lain sebagaimana yang diputuskan oleh UM.

Tandatangan Calon

Tarikh

Diperbuat dan sesungguhnya diakui di hadapan,

Tandatangan Saksi

Tarikh

Nama:

Jawatan:

ABSTRAK

Pengetahuan geometri dan ruang penting bagi murid sekolah rendah. Namun begitu, mereka mengalami kesukaran untuk memahami dan mempelajari topik tersebut. Tujuan kajian ini adalah untuk mengenal pasti pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat dan cara mereka menggunakan pemahaman tersebut untuk menyelesaikan masalah yang membabitkan luas segi empat. Kajian kes ini melibatkan lima orang murid Tahun Lima dari sebuah sekolah rendah di Ipoh, Perak yang dipilih melalui kaedah pensampelan bertujuan. Konstruktivisme radikal digunakan sebagai teori latar belakang, manakala data kajian pula dikumpulkan melalui tujuh sesi temu duga klinikal yang dirakamkan dalam video bagi setiap murid. Kajian ini mendapati murid menggunakan dua idea utama untuk memberi makna kepada luas segi empat, iaitu idea kuantiti dan pengukuran jarak atau panjang sisi. Idea kuantiti digunakan dalam pengukuran yang melibatkan alat berdimensi satu, dua, atau tiga dalam bilangan yang tertentu, manakala idea pengukuran jarak atau panjang sisi pula digunakan dalam pengukuran luas rajah segi empat apabila alat pengukuran berdimensi satu, dua, atau tiga diberi atau tidak diberikan. Seterusnya, kajian ini mendapati murid menggunakan tiga idea untuk memberi makna kepada penyelesaian masalah yang membabitkan luas segi empat dalam situasi yang berbeza, iaitu idea pengukuran panjang sisi bagi segi empat, idea pengukuran titik, dan idea bilangan sisi. Idea pertama digunakan dalam menyelesaikan masalah yang membabitkan luas rajah segi empat, manakala idea yang lain pula digunakan untuk mengenal pasti rajah luas terbesar. Murid dalam kajian ini menggunakan ukuran panjang sisi dalam unit *cm* untuk mendapatkan perimeter dan luas rajah segi empat serta isi padu objek kuboid. Hasil kajian ini juga menunjukkan bahawa murid belum berupaya menentukan ciri persamaan

dan perbezaan antara alat pengukuran berdimensi satu, dua, atau tiga serta manipulasi alat pengukuran dengan cara yang betul bagi menentukan perimeter dan luas rajah segi empat serta isi padu objek kuboid. Malah, mereka kurang mempunyai pemahaman yang jelas tentang cara untuk menentukan perimeter dan luas rajah segi empat serta isi padu objek kuboid. Justeru, kajian lanjut adalah wajar untuk menjelaskan sama ada pemahaman murid tentang luas segi empat berkembang secara kognitif daripada peringkat rendah dan konkrit kepada peringkat yang lebih tinggi dan abstrak. Pengajaran bilik darjah pula harus berorientasikan kemahiran, pengetahuan prosedur, dan konseptual bagi membantu murid meneliti, membuat inkuiri, mengamati, dan memperkukuh pemahaman mereka tentang luas segi empat.

YEAR FIVE PUPILS' UNDERSTANDING OF RECTANGULAR AREA

ABSTRACT

Knowledge of geometry and space is important for primary school pupils. However, they have difficulty to understand and learn these topics. The aim of this study is to identify Year Five pupils' understanding of rectangular area and how they use that understanding to solve problems involving rectangular area. This case study involves five Year Five pupils from a primary school in Ipoh, Perak, selected through purposive sampling method. Radical constructivism is used as a background theory, whereas the data was collected through seven clinical interviews, recorded on video for each pupil. The research found that the pupils used two main ideas to provide meaning to the rectangular area, namely the idea of the quantity and measurement of distance or length of sides. The idea of quantity is applied in measurement involving certain number of one, two, or three dimensional tools, while the idea of measurement of distance or length of sides is applied in the measurement of rectangular area diagram when one, two, or three dimensional measurement tools were given or not given. In addition, the study found that the pupils were using three ideas to give meaning to problem solving involving rectangular area in various situations, that is idea of measuring the side lengths of rectangular diagram, the idea of measurement of dots, and the idea of number of sides. The first idea used in solving problems involving rectangular area, while other ideas were used to identify the diagram largest area. The pupils in this study measured length of sides in *cm* units to find the perimeter and area of rectangular diagram and also the volume of cuboids. The results of this study also showed that the pupils were unable to identify the similarities and differences between measurement tools of one, two, or three dimensions and the correct

way to manipulate the measurement tools in order to determine the perimeter and area of rectangular diagram and the volume of cuboids. Furthermore, they lack clear knowledge to determine the perimeter and area of rectangular diagram and volume of cuboids. Hence, further study is necessary to clarify whether the understanding on rectangular area held by pupils were developed cognitively from primary and concrete level to higher level and abstract. Classroom teaching should focus on skills, procedural, and conceptual knowledge to assist pupils in their investigations, inquiries, observations, and strengthen their understanding on the rectangular area.

PENGHARGAAN

Bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang, dengan izinNya, dapat saya menyempurnakan tesis bagi tajuk Pemahaman Murid Tahun Lima tentang Luas segi empat. Sepanjang tempoh penulisan tesis ini, saya melalui pengalaman yang amat berharga dan bermakna dalam hidup saya sebagai seorang pelajar. Kerja yang bermagnitud sebegini, walaupun ditulis oleh seorang individu, tetapi sebenarnya merupakan usaha satu kumpulan individu. Pertama sekali, saya ingin merakamkan rasa terhutang budi kepada mereka yang membantu saya untuk menyiapkan tesis ini.

Pada kesempatan ini, saya merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ribuan terima kasih kepada penyelia saya, Profesor Dr. Nik Azis Nik Pa atas bimbingan, nasihat, tunjuk ajar, kritikan, kesabaran, dan dorongan yang diberikan kepada saya sepanjang tempoh penghasilan tesis ini. Pengalaman melaksanakan proses kajian di bawah bimbingan beliau amat bermakna kepada saya.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada penyelia saya yang kedua, Profesor Madya Datin Dr. Sharifah Norul Akmar Syed Zamri atas teguran, galakkan, dan sokongan yang diberikan kepada saya sepanjang tempoh penyerahan tesis ini. Pengalaman menjalankan proses pemantapan tesis di bawah bimbingan beliau amat bererti kepada saya.

Lestari budi kasih yang tidak terhingga ditujukan kepada isteri tercinta, Malar Vili a/p Subramaniam, dua orang anak kesayangan, Sharveena a/p Manivannan dan Rachnasri a/p Manivannan di atas segala pengorbanan, dorongan, kesabaran, dan kesayangan yang berikan serta mengiringi dan mengharungi segala cabaran saya sepanjang tempoh pengajian ini.

SENARAI KANDUNGAN

| | |
|-----------------------------------|------|
| Tajuk | i |
| Perakuan Keaslian Penulisan | ii |
| Abstrak | iii |
| Abstract | v |
| Penghargaan | vii |
| Senarai Kandungan | viii |
| Senarai Rajah | xii |
| Senarai Jadual | xii |
| Senarai Lampiran | xiii |

Bab 1 Pengenalan

| | |
|------------------------------------|----|
| Latar Belakang | 1 |
| Pernyataan Masalah | 5 |
| Rangka Teori | 10 |
| Tujuan dan Soalan Kajian | 17 |
| Definisi Istilah | 18 |
| Pemahaman | 18 |
| <i>Gambaran mental.</i> | 19 |
| <i>Perwakilan.</i> | 19 |
| <i>Makna.</i> | 19 |
| <i>Penyelesaian masalah.</i> | 20 |
| Luas | 20 |
| Perimeter | 20 |
| Isi padu | 20 |
| Segi empat | 20 |
| Limitasi Kajian | 21 |
| Delimitasi Kajian | 22 |
| Signifikan Kajian | 24 |
| Rumusan | 26 |

Bab 2 Tinjauan Literatur

| | |
|-------------------------------|----|
| Pengenalan | 28 |
| Konstruktivisme Radikal | 28 |

| | |
|--|-----|
| Kajian lepas menggunakan konstruktivisme radikal. | 34 |
| Kerangka Konseptual..... | 37 |
| Konsep Pemahaman..... | 40 |
| Jenis pemahaman. | 44 |
| Kepercayaan individu dan pemahaman. | 47 |
| Pemahaman murid dalam geometri. | 48 |
| Pelbagai definisi pemahaman. | 49 |
| Konsep Luas Segi Empat..... | 55 |
| Pelbagai definisi luas. | 60 |
| Kajian Tentang Luas Segi Empat. | 61 |
| Perspektif Dewasa..... | 62 |
| Pemahaman orang dewasa tentang luas segi empat..... | 62 |
| Amalan pengajaran dan pembelajaran luas segi empat. | 71 |
| Keberkesanan pengajaran luas segi empat..... | 81 |
| Perspektif Murid | 90 |
| Pemahaman murid tentang luas segi empat..... | 90 |
| Rumusan | 114 |

Bab 3 Metodologi Kajian

| | |
|--------------------------------|-----|
| Pengenalan | 116 |
| Reka Bentuk Kajian..... | 116 |
| Peserta kajian..... | 119 |
| Kaedah Pengumpulan Data..... | 123 |
| Temu duga klinikal. | 123 |
| Prosedur pengumpulan data..... | 127 |
| Instrumentasi..... | 130 |
| Kebolehyakinan | 142 |
| Kredibiliti..... | 142 |
| Kebolehpindahan..... | 143 |
| Kebolehharapan..... | 144 |
| Kebolehpastian..... | 145 |
| Kajian Rintis..... | 145 |
| Kaedah Analisis Data..... | 150 |
| Rumusan | 154 |

Bab 4 Hasil Kajian

| | |
|--|-----|
| Pengenalan | 156 |
| Rumusan merentas peserta kajian. | 156 |
| Kategori Gambaran Mental Segi Tiga dan Segi Empat..... | 157 |
| Gambaran Mental Segi Tiga dan Segi Empat..... | 157 |
| Kategori Pentafsiran Perwakilan Rajah Segi Empat..... | 160 |
| Pentafsiran Perwakilan Rajah Segi Empat..... | 161 |
| Kategori perwakilan segi empat..... | 165 |
| Perwakilan Segi Empat | 166 |
| Kategori Gambaran Mental Luas dan Perimeter Segi Empat, dan Isi Padu Kuboid .. | 169 |
| Gambaran Mental Luas Segi Tiga dan Luas Segi Empat | 170 |
| Gambaran Mental Perimeter Segi Empat. | 173 |
| Gambaran Mental Isi Padu Kuboid..... | 176 |
| Makna | 178 |
| Kategori Makna Perimeter..... | 179 |
| Makna Perimeter | 180 |
| Kategori Makna Luas..... | 181 |
| Makna Luas..... | 182 |
| Kategori Makna Isi Padu. | 187 |
| Makna Isi padu..... | 188 |
| Makna Unit Perimeter..... | 192 |
| Makna Unit Luas..... | 193 |
| Makna Unit Isi Padu | 195 |
| Penyelesaian Masalah | 197 |
| Rumusan | 206 |

Bab 5 Rumusan, Perbincangan, Dan Implikasi

| | |
|--|-----|
| Pengenalan | 210 |
| Ringkasan Kajian | 210 |
| Ringkasan Hasil Kajian..... | 212 |
| Rumusan Hasil Kajian | 217 |
| Perbincangan..... | 231 |
| Implikasi kepada Teori | 244 |
| Implikasi kepada Amalan Pendidikan | 245 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Implikasi kepada Kajian Lanjut | 248 |
| Penutup | 249 |
| Rujukan..... | 251 |
| Lampiran..... | 271 |

University of Malaya

SENARAI RAJAH

| | |
|---|------------|
| <i>Rajah 2. 1: Kerangka konseptual bagi kajian tentang pemahaman luas segi empat dalam kalangan murid Tahun Lima berdasarkan konstruktivisme radikal.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Rajah 3.1: Susun atur bilik temuduga klinikal.....</i> | <i>128</i> |

SENARAI JADUAL

| | |
|--|------------|
| <i>Jadual 3.1 Maklumat Peribadi Peserta Kajian</i> | <i>123</i> |
| <i>Jadual 3.2 Senarai instrumen dan tujuan.....</i> | <i>134</i> |
| <i>Jadual 3.3: Senarai Protokol Temu Duga Klinikal dan Penerangan.....</i> | <i>137</i> |
| <i>Jadual 3.4 Instrumen Asal dan Penambahbaikan</i> | <i>148</i> |
| <i>Jadual 4.1 Pengelasan gambaran mental bagi segi tiga dan segi empat</i> | <i>158</i> |
| <i>Jadual 4.2 Penentuan rajah segi empat dan rajah bukan contoh segi empat</i> | <i>162</i> |
| <i>Jadual 4.3 Perwakilan rajah segi empat</i> | <i>166</i> |
| <i>Jadual 4.4 Pengelasan gambaran mental bagi luas segi tiga dan luas segi empat</i> | <i>170</i> |
| <i>Jadual 4.5 Pengelasan gambaran mental tentang perimeter segi empat.....</i> | <i>174</i> |
| <i>Jadual 4.6 Pengelasan gambaran mental tentang isi padu kuboid.....</i> | <i>176</i> |
| <i>Jadual 4.7 Makna perimeter bagi penutup tin</i> | <i>180</i> |
| <i>Jadual 4.8 Makna luas tanpa menggunakan unit persegi</i> | <i>183</i> |
| <i>Jadual 4.9 Makna luas apabila menggunakan unit persegi</i> | <i>184</i> |
| <i>Jadual 4.10 Makna isi padu tanpa menggunakan unit kubus</i> | <i>188</i> |
| <i>Jadual 4.11 Makna isi padu apabila menggunakan unit kubus</i> | <i>189</i> |

SENARAI LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran A - Protokol Temu Duga Pertama..... | 272 |
| Lampiran B - Protokol Temuduga Kedua..... | 278 |
| Lampiran C - Protokol Temuduga Ketiga | 281 |
| Lampiran D - Protokol Temuduga Keempat | 284 |
| Lampiran E - Protokol Temuduga Kelima..... | 286 |
| Lampiran F - Protokol Temuduga Keenam | 288 |
| Lampiran G - Protokol Temuduga Ketujuh | 290 |
| Lampiran H - Kebenaran Ibu Bapa..... | 295 |
| Lampiran I - Kebenaran Menjalankan Kajian | 296 |
| Lampiran J - Kajian Kes Yasmin..... | 298 |

Bab 1 Pengenalan

Latar Belakang

Geometri merupakan suatu disiplin ilmu klasik yang mempunyai hubungan dengan bidang matematik dan topik ini diberi tumpuan dalam kurikulum matematik di pelbagai dunia baik sekolah rendah mahupun peringkat universiti. Dalam kehidupan sebenar, geometri mempunyai banyak kegunaan praktikal, dari yang paling asas kepada fenomena yang paling maju dalam kehidupan. Misalnya, geometri diaplikasikan dalam sains perubatan membabitkan pengimejan dan pengukuran dimensi fraktal (*fractal dimensions*), kejuruteraan, astronomi, seni bina, pemetaan pelayaran, reka bentuk kenderaan, reka bentuk dalaman, penciptaan animasi dan permainan video, dan pemodelan corak (Jones, 2002).

Kajian ini bertumpu kepada bidang pembelajaran geometri dan ruang sekolah rendah. Dalam Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR) bagi mata pelajaran matematik mengandungi bidang geometri dan ruang yang mana diikuti oleh murid dalam pendidikan asas di sekolah selama enam tahun. Murid Tahap Satu melibatkan Tahun Satu hingga Tahun Tiga mengikuti bidang pembelajaran geometri dan ruang merangkumi topik panjang, isi padu cecair, bentuk dua dimensi, dan bentuk tiga dimensi. Secara spesifik, topik ruang pula bertumpu kepada bentuk berdimensi dua dan tiga, paksi simetri dan penyelesaian masalah (Bahagian Pembangunan Kurikulum, 2012, 2015). Manakala murid Tahap Dua melibatkan Tahun Empat hingga Tahun Enam, mengikuti topik ruang yang berkembang maju kepada sudut, garis selari, garis serenjang, perimeter dan luas serta isi padu pepejal (Bahagian Perkembangan Kurikulum, 2014).

Perkembangan kurikulum bagi topik ruang membolehkan pemahaman asas murid tentang konsep panjang, perimeter, luas, dan isi padu boleh dibina kepada yang lebih kompleks. Mulai Tahun Empat, murid mengikuti beberapa kemahiran pembelajaran tentang perimeter, luas, dan isi padu, iaitu: (a) menentukan perimeter segi empat tepat, segi empat sama, segi tiga, dan poligon, (b) menentukan luas segi empat tepat, segi empat sama, dan segi tiga menggunakan petak segi empat sama dan rumus, (c) menentukan isi padu kubus dan kuboid menggunakan unit kubus satu sentimeter padu dan rumus (Bahagian Pembangunan Kurikulum, 2013). Manakala murid Tahun Lima pula berpeluang mengembangkan pengetahuan mereka dalam pembelajaran berkaitan perimeter, luas, dan isi padu yang lebih mencabar, iaitu: (a) menentukan perimeter gabungan dua bentuk bagi segi empat tepat, segi empat sama, dan segi tiga, (b) menentukan luas gabungan dua bentuk bagi segi empat tepat, segi empat sama, dan segi tiga, dan (c) menentukan isi padu gabungan dua bentuk bagi kubus dan kuboid (Bahagian Perkembangan Kurikulum, 2014).

Dalam literatur, terdapat banyak kajian lepas tentang pembelajaran geometri dan ruang membabitkan luar negara mahupun dalam negara sejak dua dekad kebelakangan. Kajian lepas bertumpu kepada beberapa isu kritikal yang mana tiga daripadanya adalah seperti berikut: (a) kesukaran dalam pembelajaran geometri dan ruang, (b) kekurangan penggunaan dan aplikasi teknologi dalam pembelajaran geometri dan ruang, dan (c) kekurangan instrumen untuk mengukur domain afektif dalam pembelajaran geometri dan ruang. Isu kesukaran dalam pembelajaran geometri dan ruang membabitkan salah konsep, salah faham, kesilapan dalam pembelajaran, kurang kemahiran menyelesaikan masalah, ketidaksesuaian strategi penyelesaian, kelemahan dalam pembuktian, kesulitan dalam visualisasi ruang, pencapaian rendah, dan tahap pemikiran rendah. Secara khusus,

lima fokus yang membabitkan isu ini adalah seperti berikut: salah konsep (Barrett & Clements, 2003; Tan-Sisman & Aksu, 2015), ketidaksesuaian strategi penyelesaian (Ebersbach, 2009; Fujita, Kondo, Kumakura, & Kunimune, 2017; Vasilyeva, Ganley, Casey, Dulaney, Tillinger, & Anderson, 2013), kesulitan dalam visualisasi ruang (Markopoulos, Potari, Boyd, Petta, & Chaseling, 2015; Pitta-Pantazi & Chritou, 2010), tahap pemikiran rendah (Husaina Banu, 2006; Siew & Chong, 2014), dan kelemahan dalam pembuktian (Gutierrez, Pegg, & Lawrie, 2004; Hong, 2006). Misalnya, kajian Barret dan Clements (2003) bertumpu kepada salah konsep murid Gred 4 tentang ruang panjang dan perkaitannya dengan perimeter.

Seterusnya, isu berkaitan kekurangan penggunaan dan aplikasi teknologi dalam pembelajaran geometri dan ruang di sekolah rendah. Pada umumnya, terdapat beberapa kajian di dalam dan luar negara bertumpu kepada penggunaan bahan teknologi tertentu dalam pembelajaran geometri dan ruang. Antaranya, lima cara penggunaan bahan teknologi yang membabitkan isu tersebut boleh dikategorikan kepada aplikasi berasaskan laman web *Google SketchUp* (Mohd Salleh, Mohamad Bilal & Hock, 2012; Sung, Shih, & Chang, 2015), perisian komputer seperti *GeoCal*, *GeoGebra*, *Geometer Sketchpad*, dan *Dynamic Geometry Software-Cabri* (Bokosmaty, Mavilidi, & Paas, 2017; Chang, Sung, & Lin, 2007; Noraini, 2009; Royati, Ahmad, & Rohani, 2010), permainan komputer (Hung, Hwang, Lee & Su, 2012; Olkun, Altun, & Smith, 2005), program pengajaran (Erbas & Yenmez, 2011; Pitta-Pantazi & Christou, 2009), dan video (Papadopoulos & Dagdilelis, 2008). Misalnya, kajian Mohd Salleh et al. berfokus kepada keberkesanan modul pembelajaran yang dibina melalui *Google SketchUp* dalam meningkatkan pemikiran geometri bagi murid sekolah rendah.

Pengkaji dalam bidang geometri dan ruang berpendapat bahawa penggunaan bahan teknologi dalam pembelajaran dapat membantu murid kurang terikat dengan cara pembelajaran secara konvensional dan berstruktur serta meningkatkan pencapaian dan pemahaman mereka tentang geometri (Battista, 2003a; Hannafin, Truxaw, Vermillon, & Liu, 2008; Isiksal & Askar, 2005). Sebagai tambahan, penggunaan bahan teknologi dalam pembelajaran adalah untuk meneroka idea geometri dan menggunakannya dalam konteks kehidupan seharian (*National Council of Teachers of Mathematics Standards*, 2009). Walau bagaimanapun, penggunaan bahan teknologi dalam amalan pengajaran dan pembelajaran belum dilaksanakan secara menyeluruh dan berkesan (Barron, Kemker, Harmes, & Kalaydjian, 2003; Johnson & Maddux, 2007; Robinson, 2012; Serow & Callingham, 2011).

Isu kritikal yang seterusnya ialah kekurangan instrumen untuk mengukur domain afektif dalam pembelajaran geometri dan ruang. Beberapa kajian di Malaysia dan Barat tentang geometri dan ruang bertumpu kepada domain afektif membabitkan kepercayaan, keyakinan, emosi, motivasi, minat, dan sikap. Secara spesifik, lima fokus kajian yang melibatkan domain afektif adalah seperti berikut: sikap murid terhadap geometri (Abdelfatah, 2011; Mogari, 2003), perkaitan antara motivasi dan pencapaian dalam geometri (Halat, 2006; Prieto, Juanena, & Star, 2014), kepercayaan dan keyakinan dalam menggunakan perwakilan untuk memahami konsep geometri (Panaoura, 2014; Panaoura, Deliyianni, Gagatsis & Elia, 2011), strategi pengajaran tertentu yang menimbulkan minat murid terhadap geometri (Achor, Imoko, & Ajai, 2010; Cheung, 2011; McAndrew, Morris, & Fennell, 2017), dan hubungan antara persepsi dengan pencapaian atau pemikiran geometri (Corbishley & Truxaw, 2010; Weckbacher

& Okamoto, 2014). Misalnya, kajian Abdelfatah berfokus kepada sikap murid terhadap pendekatan baharu dalam pembelajaran geometri.

Tiga isu kritikal membabitkan bidang geometri dan ruang dibincangkan bagi mengetahui beberapa maklumat dan fokus kajian lepas tentang bidang tersebut. Namun begitu, cuma salah satu daripada isu kritikal tersebut dipilih sebagai fokus kajian ini dan ia dibincangkan dalam bahagian yang seterusnya.

Pernyataan Masalah

Kajian ini bertumpu kepada kesukaran dalam pembelajaran geometri dan ruang bagi murid sekolah rendah. Terdapat beberapa justifikasi bagi pemilihan isu ini yang mana salah satu daripadanya ialah geometri dan ruang merupakan topik yang penting dalam kurikulum matematik sekolah rendah. Pada umumnya, kurikulum geometri dan ruang adalah untuk murid membuat penaaakulan logik, visualisasi ruang, analisis, deduksi tak formal, pemikiran abstrak, dan penyelesaian masalah. Secara khususnya, murid boleh memperluaskan penggunaan kemahiran operasi asas tambah, tolak, darab, dan bahagi yang berkait dengan geometri dan ruang (Bahagian Perkembangan Kurikulum, 2014). Di samping itu, murid berpeluang mengetahui konsep geometri dan ruang membabitkan titik, garisan, permukaan, sudut, panjang, dan jarak serta memilih dan menggunakan unit ukuran yang sesuai untuk memahami konsep panjang, luas, dan isi padu (Minetola, Ziegenfuss, & Chrisman, 2014; *National Council of Teachers of Mathematics*, 2000; Tubach & Henthorne, 2010). Malah, pengetahuan tentang konsep pembinaan, pembahagian, pembilangan, pengulangan, penutupan, dan penstrukturan ruang menggunakan unit ukuran merupakan asas bagi murid membina pemahaman dalam konsep berkaitan panjang, luas, dan isi padu (Reynolds & Wheatley, 1996;

Sarama & Clements, 2009; Steffe & Cobb, 1988; von Glasersfeld, 1992, 2001). Namun begitu, realiti yang berlaku dalam bilik darjah matematik sekolah rendah dan menengah rendah ialah murid masih menghadapi kesukaran untuk memahami konsep panjang, luas, dan isi padu dengan menggunakan unit ukuran berdimensi satu, dua, dan tiga (Barrett, Clements, Klanderman, Pennisi, & Polaki, 2006; Chappell & Thompson, 1999; Voulgaris & Evangelidou, 2004).

Seterusnya, pengetahuan geometri dan ruang merupakan keperluan asas bagi pembelajaran sebahagian topik matematik dan mata pelajaran yang lain. Misalnya, bidang matematik seperti nombor dan operasi, algebra, statistik, dan kebarangkalian mempunyai perkaitan dengan geometri dan ruang. Malah pengetahuan tentang geometri dan ruang membolehkan murid menyedari kehadiran pecahan dan pendaraban dalam aritmetik, hubungan antara graf dan fungsi, dan perwakilan data statistik dalam bentuk graf (Booker, Bond, Sparrow, & Swan, 2014; Jones, 2002). Konsep dan kemahiran geometri dan ruang juga diaplikasikan dalam mata pelajaran lain yang berkaitan dengan sains dan teknologi (Mayes, Peterson, Bonilla, 2013; Ryan & Williams, 2007). Walau bagaimanapun, masih terdengar rungutan daripada pengkaji dalam bidang sains bahawa pencapaian murid dalam mata pelajaran sains masih rendah sebab kemungkinan mereka masih kurang memahami tentang bentuk dan ruang serta unit ukuran (Michaels, Shouse, & Schweingruber, 2008).

Pengetahuan tentang geometri dan ruang juga merupakan komponen penting dalam pentaksiran matematik sekolah rendah. Pada umumnya, pentaksiran dalam bidang geometri dan ruang yang dilaksanakan melalui pemerhatian, lisan, dan bertulis membolehkan kekuatan dan kelemahan murid dikenal pasti dan diambil tindakan pembetulan (Bahagian Perkembangan Kurikulum, 2014). Secara spesifik, topik geometri

dan ruang merupakan salah satu komponen bagi mata pelajaran matematik dalam Ujian Pencapaian Sekolah Rendah (UPSR) bagi murid Tahun Enam yang dijalankan setiap tahun di seluruh Malaysia. Sungguhpun kepentingan pentaksiran dalam bidang geometri dan ruang disedari oleh semua pihak, namun keputusan pencapaian dalam bidang geometri yang dilaporkan melalui *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) bagi tiga tahun berturut-turut, iaitu bermula dari tahun 2003, 2007, dan 2011 menunjukkan bahawa prestasi murid di Malaysia masih berada pada tahap di bawah purata pencapaian antarabangsa yang ditetapkan (Abdolreza, Aida Suraya, Rohani, & Rosnaini, 2014; Mullis, Martin, Foy, Arora, 2012).

Pada umumnya, fokus kajian ini ialah pemahaman murid sekolah rendah tentang luas segi empat. Terdapat dua konstruk utama dalam kajian ini, iaitu konstruk pemahaman dan konstruk matematik. Konstruk pemahaman membabitkan empat subkonstruk, iaitu gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah. Manakala konstruk matematik yang membabitkan tiga subkonstruk, iaitu perimeter segi empat, luas segi empat, dan isi padu kuboid.

Dalam literatur, terdapat banyak kajian lepas tentang luas melibatkan segi empat. Kajian lepas ini boleh dikategorikan mengikut fokus kajian yang tertentu seperti salah konsep luas segi empat (Kamii & Kysh, 2006; Machaba, 2016; Stephan & Clements, 2003; Tan-Sisman & Aksu, 2015), kelemahan murid menguasai kemahiran menstrukturkan luas dalam bentuk dua dimensi membabitkan segi empat (Mulligan, Prescott, Mitchelmore & Outhred, 2005; Outhred & Mitchelmore, 2000, 2004; Schifter & Szymaszek, 2003), kesukaran murid memahami konsep pendaraban berkaitan luas segi empat (Hino, 2002; Huang, 2008; Izsák, 2005; Strutchens, Martin, & Kenny, 2003), pendekatan pembelajaran luas segi empat berasaskan formula dan strategi penyelesaian

(Rickard, 2005; Sherman & Randolph, 2004; Martin, 2009; Zacharos, 2006; Huang & Witz, 2009), dan pengetahuan, strategi, dan prosedur pengiraan pelajar dewasa dalam menyelesaikan masalah berkaitan dengan luas segi empat (Kospentaris, Spyrou, & Lappas, 2011; Livy, Muir & Maher, 2012; Wun, 2010). Kajian lepas tentang luas segi empat yang dijalankan di Barat dan tempatan lebih bertumpu kepada pemahaman berkaitan kemahiran atau kecekapan individu melaksanakan sesuatu prosedur atau strategi membabitkan hubungan antara sesuatu prosedur dengan rangkaian dalaman individu yang dijelaskan melalui tingkah laku yang boleh diperhatikan berasaskan behaviourisme dan kognitivisme. Kajian lepas tersebut masih belum menjawab secara mendalam tentang pemahaman dari aspek kognitif tertutup secara operasi berasaskan daya maju terhadap pengetahuan yang dimiliki oleh murid tentang luas segi empat dan bagaimana mereka menggunakan pengetahuan tersebut dalam menyelesaikan masalah berkaitan luas segi empat dari perspektif murid sendiri berlandaskan konstruktivisme radikal.

Dalam konteks di Malaysia, masih terdapat kekurangan kajian lepas tentang luas membabitkan segi empat yang dijalankan dalam kalangan murid sekolah rendah. Dalam konteks pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran matematik, khususnya bagi topik luas pula, murid Tahun Empat mula mengikuti pembelajaran tentang luas segi empat pada penghujung penggal kedua sesi persekolahan dan seterusnya mereka berada dalam cuti persekolahan. Hal ini menyebabkan murid Tahun Lima yang mempunyai pengalaman mengikuti pembelajaran tentang luas segi empat sesuai dipilih sebagai peserta kajian mulai penggal pertama sesi persekolahan yang mana mereka juga mempunyai ruang masa untuk melibatkan diri sebagai peserta kajian. Menurut Yin (2009) pemilihan peserta kajian perlulah berdasarkan pengalaman yang

pernah dilalui oleh peserta kajian berdasarkan masalah kajian atau fenomena yang dikaji.

Kajian lepas tentang luas segi empat yang dijalankan di Barat dan tempatan masih belum berasaskan konstruktivisme radikal yang membabitkan reka bentuk kajian kes dan pengumpulan data melalui kaedah temu duga klinikal (Barret, Cullen, Sarama, Clements, Klanderman, Miller, & Rumsey, 2011; Curry, Mitchelmore, & Outhred, 2006; Kamii & Kysh, 2006; Machaba, 2016; Tan Sisman & Aksu, 2015; Tossavainen, Suomalainen, & Mäkäläinen, 2017; Wun, Sharifah Norul Akmar, & Lim, 2010). Sehubungan itu, pengetahuan mendalam tentang luas segi empat masih berkurangan dan ini mewujudkan jurang kajian dalam tajuk tersebut. Fenomena ini mendorong kajian ini untuk dijalankan.

Kajian ini diharap boleh memberikan maklumat tentang pemahaman yang dimiliki oleh murid mengenai luas segi empat supaya para pendidik matematik, pengkaji bidang matematik, penggubal kurikulum matematik, dan penggubal buku teks matematik memperoleh cara baharu dalam membantu murid memahami topik luas segi empat dengan lebih baik. Kajian ini juga boleh mengemukakan perkara yang menyukarkan murid dalam pembelajaran tentang topik luas segi empat. Secara spesifik, hasil kajian ini boleh memberi sumbangan untuk merapatkan jurang dalam kajian lepas tentang luas segi empat terutama dalam konteks di Malaysia. Kajian ini berlandaskan konstruktivisme radikal. Konstruktivisme radikal adalah sesuai digunakan untuk mengenal pasti pemahaman tentang sesuatu konsep matematik yang dibina oleh murid dalam situasi pengalaman yang khusus (von Glasersfeld, 1995). Perbincangan tentang teori dan andaian yang mendasari kajian ini dijelaskan dalam rangka teori.

Rangka Teori

Kajian ini berlandaskan konstruktivisme radikal yang merupakan satu pendekatan psikologi yang berasaskan teori mengetahui yang kompleks dan sekular yang dimajukan oleh von Glasersfeld (1995) dan pendekatan ini mengetepikan konsep kebenaran tentang sesuatu pengetahuan dan hanya memberi tumpuan kepada konsep daya maju pengetahuan tersebut dalam mencapai matlamat yang tertentu (Nik Azis, 2014). Pada asasnya, konstruktivisme radikal tentang apa yang dihasilkan oleh fikiran rasional berdasarkan pengalaman individu bukan bertujuan menerangkan kejadian dan kewujudan.

Konstruktivisme radikal yang dipeloporkan oleh von Glasersfeld (1995) tidak membuat sebarang andaian tentang ciri realiti ontologi yang objektif, metafizik, dan ilmu diwahyukan. Sebaliknya, beliau memajukan dua prinsip asas konstruktivisme radikal: (a) pengetahuan tidak diterima secara pasif sama ada melalui deria atau cara berkomunikasi, tetapi dibina secara aktif oleh individu yang berfikir; dan (b) fungsi kognisi adalah adaptif, dalam pengertian biologi, dan cenderung ke arah kesesuaian atau daya maju (Nik Azis, 2014). Oleh itu, peranan proses mental ialah ke arah daya maju dan mengorganisasikan pengalaman seseorang murid (von Glasersfeld, 1995).

Menurut konstruktivisme radikal, pengetahuan ialah hasil pembinaan pemikiran yang aktif (von Glasersfeld, 2007). Pengetahuan yang dimiliki individu dibina sendiri oleh mereka dengan menggunakan struktur kognitif yang sedia ada (Steffe & Thompson, 2000a). Malah pengetahuan manusia hanya mewakili apa yang boleh dilakukan dalam realiti yang dialami oleh mereka (Nik Azis, 1999a). Dengan kata lain, pengetahuan sebagai satu alat dalam ruang lingkup pengalaman seseorang murid dan ia dianggap berdaya maju selagi berguna, mencukupi, dan membantu murid sama ada

dalam pengalaman motor-deria atau pengalaman kognitif untuk mencapai sesuatu matlamat yang ditentukan. Di samping itu, pengetahuan seseorang murid adalah untuk menyelesaikan masalah dalam pengalamannya. Dalam konteks ini, pengetahuan yang koheren dan berdaya maju dapat memberikan penjelasan yang koheren secara relatif terhadap perkara yang dialami oleh individu. Justeru, kebaikan sesuatu pengetahuan bertumpu kepada kecocokan dengan pemerhatian dan pengalaman bukan ditentukan oleh keserupaan, kesepadanan, atau perwakilan yang sempurna (Nik Azis, 2014).

Konstruktivisme radikal menjelaskan pengetahuan matematik dibina oleh individu secara aktif apabila memberi makna kepada fenomena dialami yang dipersetujui secara sosial (Nik Azis, 2014). Dalam keadaan ini, interaksi sosial memainkan peranan penting dalam pembinaan pengetahuan intersubjektif. Apabila individu berinteraksi dalam persekitarannya, pembinaan pengetahuan intersubjektif bermula, iaitu interaksi antara konstruk dalam diri individu berlaku sebagai sebahagian penyelarasan dan pengaturan proses asimilasi dan akomodasi (Nik Azis, 2014). Dengan kata lain, pengetahuan matematik yang dimiliki oleh murid bukan ditemui dalam persekitaran di luar pengalaman murid dan wujud secara *a priori*. Malah konsep matematik juga tidak wujud secara semula jadi dalam alam semesta tetapi dibina oleh murid secara penelitian yang mendalam dan membabitkan operasi mental yang secocok dengan bahan persepsi dalam ruang dan masa bagi dunia yang dialami. Misalnya, interaksi matematik berlaku bukan hanya melibatkan interaksi linguistik, tetapi turut membabitkan interaksi dengan item deria seperti alat matematik yang dialami oleh murid (Steffe, 2008). Justeru, aktiviti kognitif membantu individu membina pengetahuan matematik yang berdaya maju, baik pada tahap utilitarian mahupun pada tahap kekeherenan konseptual (Nik Azis, 2014). Dalam erti kata yang lain, pengetahuan

matematik yang bersifat tindakan dan operasi dibina secara induktif melalui tiga proses, iaitu penglibatan aktif, refleksi, dan abstraksi. Menurut Nik Azis (2014) abstraksi pula membabitkan pengecaman, pedalaman (*internalization*), dan pembatinaan (*interiorization*).

Dalam proses pengabstrakan empirikal, pengetahuan dibina oleh individu secara langsung daripada ciri benda tertentu yang diperhatikan dalam pengalaman fizikal, iaitu pengabstrakan pola atau corak figuratif daripada pengalaman motor deria (Nik Azis, 1999a, 2014). Dengan kata lain, pengabstrakan empirikal menghasilkan percontohan yang digunakan untuk mengenal pasti pengalaman berikutnya sebagai sama, setara, atau berbeza dengan pengalaman sebelumnya. Malah percontohan yang diwakilkan semula dalam bentuk konsep yang khusus bukan idea yang umum tetapi merupakan sesuatu perwakilan yang khusus (von Glasersfeld, 2007). Justeru, pengetahuan matematik yang dimiliki oleh seseorang murid boleh dikesan semula melalui aktiviti motor deria dengan melibatkan tindakan khusus menggunakan bahan-bahan fizikal. Dalam situasi ini, pengecaman membabitkan abstraksi mengasingkan sesuatu item daripada objek fizikal diwakilkan semula secara visualisasi item itu semasa ia hadir di hadapan murid secara fizikal. Pada tahap motor-deria, pengetahuan figuratif atau pengetahuan tindakan yang berdaya maju membantu individu mencapai matlamat tertentu (Nik Azis, 2014). Sehubungan itu, suatu keseimbangan deria dan kelangsungan hidup, iaitu *utilitarian* berlaku dalam interaksi dengan pengalaman yang dialami.

Pengetahuan manusia tentang sesuatu realiti yang dialami mengimplicasikan proses pengasimilasian pengetahuan tersebut ke dalam struktur mental sedia ada (von Glasersfeld, 1995). Dengan kata lain, asimilasi kognitif berlaku apabila individu yang berfikir menyesuaikan sesuatu perkara yang dialami ke dalam struktur konseptual

yang sudah dibina (Nik Azis, 2014). Malah asimilasi membabitkan pentafsiran perkara baharu sebagai satu contoh bagi perkara yang sudah diketahui (Nik Azis, 1999a). Asimilasi juga melibatkan perluasan dan pengembangan ruang lingkup sesuatu pengetahuan yang dimiliki oleh seseorang. Pembinaan pengetahuan intersubjektif juga melibatkan proses asimilasi tertentu apabila berlaku interaksi sosial secara sedar. Dalam konteks interaksi sosial, setiap individu mengasimilasikan bahasa dan tindakan orang lain secara salingan dan proses asimilasi secara salingan terus berlaku dengan berjaya selagi akomodasi terhadap struktur konseptual yang terlibat dalam asimilasi salingan tidak diperlukan (Nik Azis, 2014). Dengan kata lain, kajian yang berlandaskan konstruktivisme radikal turut memberi tumpuan kepada pemahaman matematik yang dibina oleh murid berdasarkan proses asimilasi membabitkan proses memberi makna kepada sesuatu hal yang dialami dalam pengalaman mereka.

Dalam konteks asimilasi tertentu, individu memiliki sesuatu imej melalui tindakan pedalaman (Nik Azis, 2014). Dengan kata lain, idea ulangan atau bahan figuratif yang dialami oleh individu dalam pengalaman lepas dan membentuk sesuatu pengalaman diwakilkan semula berdasarkan ingatan tanpa isyarat motor-deria (Nik Azis, 1999b; von Glasersfeld, 1995). Justeru, tindakan dalaman atau pedalaman membabitkan abstraksi menggunakan entiti persepsi sebagai bahan pengendalian yang mana hasilnya ialah membentuk semula pengalaman melaksanakan tindakan motor-deria. Malah konsep yang dimantapkan melalui pengulangan, dipiawaikan melalui interaksi, dan dikaitkan dengan perkataan yang khusus sebagai konsepsi tanpa refleksi juga diwakilkan semula melalui pedalaman tanpa input persepsi secara fizikal.

Akomodasi pula merupakan suatu proses pengubahsuaian atau perubahan terhadap pengetahuan sedia ada dalam struktur kognitif bagi mengatasi gangguan yang

dihadapi dalam asimilasi, aktiviti, atau dalam usaha mengintegrasikan hasil yang diperoleh dengan hasil yang dijangkakan (Nik Azis, 2014, 2016). Proses akomodasi bertanggungjawab dalam menghasilkan pembelajaran dan perkembangan pengetahuan (Nik Azis, 2008). Dengan kata lain, apabila seseorang murid yang berfikir berhadapan dengan gangguan membabitkan ketidakupayaan untuk mengeluarkan hasil yang dijangkakan, maka tercetus kepada akomodasi bagi memperoleh, mengekalkan, membentuk semula, atau mengembangkan keseimbangan dalaman. Dalam keadaan ini, satu proses pengabstrakan yang bersifat dalaman berlaku, iaitu pengabstrakan reflektif membabitkan operasi mental yang dilakukan sendiri oleh individu yang berfikir dan refleksi terhadap operasi mental tersebut (Nik Azis, 2014). Justeru, pembinaan pengetahuan seseorang membabitkan pengabstrakan reflektif, iaitu gabungan proses refleksi antara pemikiran semula tentang aktiviti yang dilakukan dengan proses abstraksi mengeluarkan unsur-unsur penting dari proses pemikiran semula (Steffe & Cobb, 1984; von Glasersfeld, 1995).

Dalam situasi pengabstrakan reflektif, refleksi memainkan peranan dalam menempatkan aktiviti perwakilan semula melalui gambaran mental pada satu kawasan dalam fikiran bagi individu melakukan pembinaan yang mana menggunakan entiti dalam sebagai bahan pengendalian dan seterusnya menganalisis struktur dan kandungan aktiviti tersebut yang melibatkan perbandingan dan pertimbangan tentang persamaan dan perbezaan sehingga mengasingkan struktur, pola, dan operasi daripada aktiviti itu. Pembinaan selesai apabila pengabstrakan dapat memisahkan konteks persepsi yang asal daripada aktiviti perwakilan semula dan operasi dijalankan dalam imaginasi (Nik Azis, 2014). Pada tahap pengabstrakan reflektif, pengetahuan operatif pula berdaya maju dan membantu murid mencapai kekoherenan konseptual dan matlamat kognitif

yang diharapkan. Malah daya maju sesuatu konsep yang dimiliki oleh murid bergantung pada kecocokan yang tidak berlawanan bagi konsep tersebut dalam rangkaian konseptual.

Seterusnya, aspek metodologi merujuk satu model bagi menjalankan sesuatu kajian dalam konteks paradigma yang tertentu (Nik Azis, 2014). Menurut Steffe (2007), satu perkara asas yang terdapat dalam metodologi kajian yang berdasarkan konstruktivisme radikal ialah model analisis yang dibina oleh pengkaji. Dalam kajian ini, pengetahuan murid tentang luas segi empat boleh dilihat daripada tiga perspektif, iaitu model-susunan-pertama membabitkan pengetahuan yang dimiliki oleh murid yang diperhatikan, pengetahuan yang dimiliki oleh pengkaji, dan model-susunan-kedua membabitkan pengetahuan yang dikongsi bersama oleh murid dan pengkaji melalui interaksi, tetapi ditafsirkan oleh pengkaji tentang pengetahuan yang dimiliki oleh murid yang diperhatikan.

Dalam situasi melibatkan interaksi antara pengkaji dengan murid, daya maju susunan-kedua memainkan peranan penting untuk menstabilkan realiti yang dialami oleh pengkaji (Nik Azis, 2014). Daya maju susunan-kedua membantu pengkaji mewujudkan tahap intersubjektif yang boleh dipercayai perkara yang dikongsi bersama dengan murid dan munasabah untuk menjelaskan tentang pengetahuan sepunya atau pengetahuan intersubjektif, konsep, tindakan, operasi, matlamat, perasaan, kecenderungan, bahasa, dan fakta yang sahkan sebagai realistik. Dalam hal ini, kaedah temu duga klinikal membabitkan tiga prosedur, iaitu pemerhatian tulen, penyoalan kritis, dan penilaian klinikal digunakan untuk meneliti pengetahuan yang dimiliki oleh murid. Kaedah temu duga klinikal yang dipelopori oleh Piaget (1929) merupakan kaedah yang sesuai untuk meneliti pengetahuan matematik yang dimiliki oleh murid sebab ia

membolehkan pengkaji untuk membentuk dan menguji andaian berdasarkan konstruktivisme radikal semasa menjalankan temu duga (Nik Azis, 2014). Justeru, interaksi antara murid dengan pengkaji adalah suatu tindakan membentuk model pemahaman murid atau model susunan-kedua dengan mengamati pola tingkah laku murid yang secocok dan dibuat kesimpulan sebagai pola pemikiran murid oleh pengkaji.

Sehubungan itu, terdapat beberapa andaian yang mendasari kajian tentang pemahaman luas segi empat dalam kalangan murid Tahun Lima dengan berlandaskan konstruktivisme radikal yang mana enam daripadanya adalah:

1. Realiti bagi murid Tahun Lima dianggap sebagai sebahagian pembinaan mental mereka.
2. Pengetahuan luas segi empat perlu dibina oleh setiap murid berdasarkan pengalaman sendiri.
3. Murid Tahun Lima telah mempelajari topik ruang membabitkan luas segi empat bermula dari akhir Tahun Empat lagi sebelum kajian ini dijalankan.
4. Pengetahuan yang dibina oleh murid Tahun Lima adalah apa yang dibentuk dan ditafsirkan oleh murid tersebut.
5. Asal pengetahuan tentang luas segi empat boleh di susur galur kepada aktiviti motor deria dan unsur asas dalam pembinaan pengetahuan tersebut ialah pemahaman.
6. Pemahaman terdiri daripada aktiviti mental yang digunakan oleh murid sebagai bahan bagi refleksi dan pengabstrakan.

Andaian yang dibuat oleh pengkaji merujuk situasi yang dianggap sebagai benar tanpa pembuktian, yang tanpanya, sesuatu kajian menjadi tidak bermakna

(Nik Azis, 2014). Oleh yang demikian, andaian kajian ini dapat menyenangkan perancangan, pelaksanaan, pengawalan, pengawasan, dan membantu pembaca untuk sanggup menilai kesimpulan kajian yang terhasil.

Tujuan dan Soalan Kajian

Kajian ini mempunyai dua tujuan, iaitu untuk mengenal pasti pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat dan kedua untuk mengenal pasti bagaimana murid Tahun Lima menggunakan pemahaman tentang luas yang dimiliki dalam menyelesaikan masalah membabitkan luas segi empat. Untuk meneliti perkara tersebut, kajian ini memberi tumpuan kepada tujuh soalan kajian yang berikut:

1. Apakah gambaran mental yang dipunyai oleh murid Tahun Lima tentang segi empat?
2. Bagaimanakah murid Tahun Lima mentafsirkan perwakilan rajah segi empat yang diberikan?
3. Bagaimanakah murid Tahun Lima mewakili segi empat?
4. Apakah gambaran mental yang dipunyai oleh murid Tahun Lima tentang luas segi empat?
5. Apakah makna yang dimiliki oleh murid Tahun Lima tentang luas segi empat?
6. Bagaimanakah murid Tahun Lima mencari luas segi empat?
7. Bagaimanakah murid Tahun Lima menyelesaikan masalah membabitkan luas segi empat dalam konteks yang berbeza?

Kajian ini menggunakan kajian kes sebagai reka bentuk kajian dan temu duga klinikal sebagai kaedah untuk mengumpul data bagi menjawab soalan kajian. Pendapat, idea, dan pengalaman murid ketika temu duga dijalankan dapat membantu pengkaji untuk meneroka pemikiran mereka tentang luas segi empat. Data kualitatif yang diperoleh melalui pemerhatian, catatan pengkaji, tingkah laku, dan jawapan bertulis murid dianalisis mengikut empat subkonstruk pemahaman.

Definisi Istilah

Beberapa istilah penting membabitkan konsep psikologi dan matematik digunakan dalam kajian ini. Tiga istilah psikologi dan matematik yang didefinisikan secara khusus ialah konstruk pemahaman, luas, dan segi empat. Bagi pemahaman, terdapat empat subkonstruk membabitkan istilah gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah. Selain itu, definisi khusus turut diberikan kepada istilah matematik yang lain seperti perimeter dan isi padu. Berikut adalah definisi bagi istilah tersebut.

Pemahaman. Pemahaman merujuk kepada kemampuan individu membina pengetahuan berdaya maju dalam situasi pengalaman yang mana kecocokan boleh dicapai (von Glasersfeld, 1995). Dengan kata lain, kualiti pengetahuan sedia ada milik individu mempengaruhi kemampuan untuk membina pengetahuan baharu dan berdaya maju (Nik Azis, 1999b, 2008). Pemahaman tentang luas segi empat yang dimiliki dan digunakan oleh murid boleh dikenal pasti melalui beberapa situasi yang berbeza membabitkan empat subkonstruk pemahaman, iaitu konteks gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah.

Gambaran mental. Gambaran mental merujuk imej yang terbentuk secara spontan apabila responden diminta untuk menyatakan apa yang mereka fikir tentang sesuatu perkara (Nik Azis, 2014). Dengan kata lain, pembentukan gambaran mental membabitkan kebolehan murid untuk menggambarkan sesuatu yang dikaitkan dengan perkataan khusus yang dilafazkan, apabila mereka mendengar pola bunyi bagi perkataan seperti segi tiga, segi empat, luas segi tiga, luas segi empat, perimeter segi empat, dan isi padu kuboid.

Perwakilan. Perwakilan merujuk tindakan mental responden mewakili semula dalam kesedaran sesuatu yang dibina dalam situasi pengalaman lalu berdasarkan ingatan (von Glasersfeld, 1995). Dengan kata lain, responden mewakili sesuatu konsep atau menjelaskan sesuatu perwakilan yang diberi yang mana melibatkan pembinaan semula sesuatu yang dibina dalam situasi pengalaman lalu (Nik Azis, 2014). Perwakilan boleh dikenal pasti apabila murid mewakili perkara yang membabitkan segi empat, iaitu segi empat sama, segi empat tepat, rombus, trapezium, dan segi empat selari. Murid turut memberi sesuatu penjelasan terhadap perwakilan rajah berbentuk dua dimensi yang membabitkan segi tiga, segi empat, poligon, dan bulatan yang ditunjukkan.

Makna. Makna merujuk sesuatu yang perlu ditafsirkan oleh individu daripada stor peribadinya yang mengandungi pengabstrakan terhadap perkara dialami dan interpretasi adalah subjektif (von Glasersfeld, 1989). Dengan kata lain, cara responden mentafsirkan sesuatu idea atau perkara, iaitu tafsiran individu tentang sesuatu perkara yang dialaminya dengan menggunakan struktur konseptual yang sedia ada dan dipengaruhi oleh pembinaan dan organisasi yang dibuat olehnya terhadap perkara yang dialami (Nik Azis, 2014). Tafsiran yang dibuat oleh murid tentang beberapa perkara

berkait dengan luas segi empat membabitkan makna perimeter, makna luas, makna isi padu, makna unit perimeter, makna unit luas, dan makna unit isi padu.

Penyelesaian masalah. Penyelesaian masalah merujuk cara responden mengatasi gangguan tertentu (Nik Azis, 2014). Dengan kata lain, murid menggunakan langkah penyelesaian yang dipilih secara kritis untuk menyelesaikan masalah membabitkan luas segi empat dalam konteks yang berbeza.

Luas. Luas merujuk bilangan segi empat sisi sama yang menutupi semua kawasan rata dalam sesuatu rajah. Unit ukuran luas yang digunakan ialah unit persegi, iaitu cm^2 (Bello, Britton, & Kaul, 2014).

Perimeter. Perimeter merujuk jumlah jarak yang mengelilingi sesuatu rajah dengan lengkapnya. Oleh itu, unit ukuran piawai bagi perimeter ialah unit ukuran yang biasa digunakan untuk ukuran panjang, iaitu millimeter, sentimeter, meter, dan kilometer (Musser, Peterson, dan Burger, 2008).

Isi padu. Isi padu merujuk bilangan kubus sisi sama yang menutupi ruang objek tiga dimensi. Unit ukuran piawai bagi ukuran isi padu ialah sentimeter padu (cm^3) dan meter padu (m^3) (Freitag, 2014).

Segi empat. Segi empat ialah satu set empat titik yang dihubungkan, dalam mana bukan tiga titik terletak segaris dan enam garis lurus yang kesemuanya ditentukan oleh empat titik tersebut. Kesemua titik itu dinamakan sebagai bucu dan garis lurus dinamakan sebagai sisi bagi segi empat. Jika A , B , C , dan D merupakan empat titik bagi segi empat, maka garis lurus AB dan CD , dan garis lurus AC dan BD adalah menjadi pasangan sisi bertentangan. Titik di mana pasangan sisi bertentangan bertemu,

merupakan titik pepenjuru bagi segi empat (Cederberg, 2000; Usiskin, Griffin, Witonsky & Willmore, 2008).

Limitasi Kajian

Kajian ini mengandungi limitasi dan delimitasi tertentu. Empat daripada limitasi kajian membabitkan reka bentuk kajian, kaedah pengumpulan data, kaedah pensampelan, dan asas teori yang mendasari kajian ini. Tiga daripada delimitasi kajian pula membabitkan isu kritikal, topik kajian, dan peserta kajian. Pada umumnya, pengkaji mengenal pasti kekangan dalam kajiannya, yang mana perkara itu berada di luar kawalan pengkaji dan boleh mempengaruhi data kajiannya (Nik Azis, 2014).

Dalam kajian ini, pengkaji menggunakan reka bentuk kajian kes bagi mengenal pasti pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat. Kajian kes ini mempunyai kelemahan tertentu yang mana pengkaji bias dan mudah mendominasi pentafsiran terhadap hasil kajian berdasarkan tanggapan atau persepsi sendiri (Flyvbjerg, 2006; Merriam, 1998; Yin, 1994). Dalam hal ini, ketepatan data yang dikumpul, kemudian ditranskripsi, dan dianalisis oleh pengkaji sangat bergantung kepada kejujuran, keikhlasan, dan kesungguhan pengkaji mengendalikan kajian kes. Oleh itu, pengkaji dalam kajian ini menjalankan pengumpulan data yang pelbagai dalam jangka masa yang panjang dan munasabah mengikut jadual yang ditetapkan, melakukan deskripsi maklumat temu duga klinikal yang kaya dan tebal dalam setiap kes individu, refleksi, dan penilaian oleh pengkaji turut meningkatkan kualiti kajian kes secara menyeluruh dan khususnya kepada kredibiliti bagi kajian kes yang telah dilaksanakan.

Seterusnya, kajian ini mempunyai limitasi yang berkaitan dengan kaedah pengumpulan data. Pengkaji menggunakan kaedah temu duga klinikal untuk mengumpul

data kajian. Namun, kaedah ini bukan suatu proses mekanikal tetapi memerlukan kebolehan pengkaji untuk memberikan tafsiran secepat mungkin semasa menjalankan sesi temu duga bersama peserta kajian (Ginsburg, 1997, 2009). Selain itu, kualiti pemerhatian secara langsung dan penilaian yang dibuat oleh pengkaji banyak bergantung pada pengalaman berinteraksi dengan murid berkaitan dengan bidang pembelajaran yang dikaji. Sehubungan itu, bagi meningkatkan kemahiran pengkaji mengendalikan kaedah temu duga klinikal, sebanyak dua siri kajian rintis yang melibatkan dua orang murid Tahun Lima telah dijalankan di sebuah sekolah yang berbeza daripada sekolah yang menjadi lokasi kajian sebenar. Data yang dikumpul melalui kajian rintis pula dianalisis dan dibincangkan bersama penyelia untuk memperoleh pandangan tentang kecukupan data bagi menjawab persoalan kajian.

Kajian ini diteliti dari sudut pendekatan yang hanya berpusatkan prinsip kemanusiaan (Nik Azis, 2014; Steffe & Gale, 1995; von Glasersfeld, 1995), iaitu pemahaman yang dimiliki oleh murid Tahun Lima berdasarkan pengorganisasian pengalaman sedia ada, konstruktivisme radikal dipilih sebagai teori latar belakang. Fokus kajian berlandaskan konstruktivisme radikal adalah terhadap penjelasan dan penganalisan pengetahuan tentang luas segi empat yang dimiliki oleh murid. Dengan kata lain, kajian ini memberi tumpuan kepada idea, model, atau kesimpulan yang dibina oleh pengkaji merupakan pentafsiran pengkaji berdasarkan model susunan-kedua yang mungkin berbeza dari pentafsiran yang dimiliki oleh penyelidik atau pembaca lain.

Delimitasi Kajian

Seterusnya, kajian ini mempunyai delimitasi kepada isu kritikal yang dikaji, iaitu kesukaran dalam pembelajaran geometri dan ruang. Dalam hal ini, kajian ini hanya

bertumpu kepada pemahaman yang dimiliki oleh murid tentang luas segi empat. Oleh itu, kajian ini tidak bertumpu kepada aspek strategi meta kognitif, kemahiran berfikir, atau kebolehan murid memproses maklumat semasa menyelesaikan masalah matematik berkaitan luas segi empat, serta amalan pembelajaran murid tentang luas segi empat. Di samping itu, kajian ini tidak berhasrat untuk meneliti bagaimana murid membina pengetahuan tentang luas segi empat yang mana kajian ini tidak menjalankan eksperimen mengajar untuk meneliti perkara tersebut.

Seterusnya, delimitasi yang kedua dalam kajian ini berkaitan dengan topik matematik yang dikaji. Kajian ini berfokus kepada bidang pembelajaran luas segi empat. Antara lain, unit ukuran yang berkaitan dengan luas segi empat, perimeter segi empat, dan isi padu kuboid juga diberi tumpuan dalam kajian ini. Selain itu, geometri dan ruang yang diberi perhatian dalam kajian ini ialah segi tiga, poligon, kubus, kuboid, perimeter, dan isi padu untuk meneliti secara menyeluruh pengetahuan bentuk dan ruang yang dimiliki oleh murid. Namun begitu, beberapa perkara yang berkaitan dengan luas tidak diteliti dalam kajian ini seperti luas permukaan bentuk tiga dimensi, luas bentuk tak sekata, luas bagi gabungan bentuk dua dimensi, dan luas permukaan gabungan bentuk tiga dimensi.

Selain itu, kajian ini menghadkan pemilihan peserta kajian dalam kalangan murid Tahun Lima di sebuah sekolah kebangsaan yang bertempat di Ipoh, Perak. Bilangan peserta kajian adalah lima orang sahaja yang dipilih melalui kaedah pensampelan bertujuan. Pada umumnya, kaedah pensampelan bertujuan membolehkan pengkaji meneliti kes yang kaya dengan maklumat (Merriam, 2009; Patton, 1990, 2002). Namun begitu, penggunaan kaedah pensampelan bertujuan bukan kebarangkalian ini membataskan hasil kajian untuk digeneralisasikan secara statistik, malah tidak boleh

digeneralisasi daripada sampel kepada populasi yang ditetapkan (Nik Azis, 2009; Yin, 2009). Walaupun hasil kajian ini tidak boleh digeneralisasikan kepada populasi tetapi ia dapat digeneralisasikan secara teori (Nik Azis, 2014; Yin, 2009). Dengan kata lain, pengkaji boleh membuat generalisasi analitis terhadap hasil kajian kes, iaitu menggunakan konstruktivisme radikal untuk menjelaskan hasil kajian dalam konteks teori yang mendasari kajian ini. Satu lagi generalisasi yang boleh dibuat berdasarkan hasil kajian kes ialah generalisasi naturalistik (Stake, 1995, 2000). Dalam hal ini, seseorang pembaca boleh menggeneralisasikan hasil kajian kes kepada situasi yang dialaminya melalui proses perbandingan.

Signifikan Kajian

Hasil kajian ini boleh dimanfaatkan oleh pelbagai pihak berkepentingan dalam pendidikan matematik seperti para pensyarah pendidikan matematik, penggubal kurikulum matematik sekolah, dan guru matematik sekolah rendah. Di samping itu, hasil kajian ini membuka ruang kepada penyelidik dalam bidang pendidikan matematik untuk menjawab persoalan kajian yang baharu timbul dari hasil kajian ini.

Bagi pensyarah dan penyelidik pendidikan matematik, hasil kajian ini boleh meningkatkan kesedaran dan memperluaskan pemahaman mereka tentang pengetahuan yang dimiliki oleh murid tentang luas segi empat dan cara mereka menggunakan pengetahuan tersebut untuk menyelesaikan masalah yang membabitkan luas segi empat. Dalam perkara ini, para pensyarah dan penyelidik pendidikan matematik boleh menggunakan hasil kajian ini untuk meneroka kajian baharu dalam bidang pembelajaran geometri dan ruang, khususnya bagi topik luas. Kajian tentang luas boleh dikaji berlandaskan teori atau perspektif yang lain. Malahan, para penyelidik boleh

menggunakan saiz sampel yang besar atau populasi kajian, bidang pembelajaran lain yang berkaitan luas, reka bentuk kajian yang baharu, dan cara pengumpulan data dan analisis data yang berbeza untuk memperoleh suatu hasil kajian, dan kesimpulan yang berlainan atau secocok dengan hasil kajian ini bagi merapatkan jurang pengetahuan dalam kalangan penyelidik tentang pemahaman murid dalam topik luas dan cara mereka membina pemahaman tersebut. Dari perspektif penyelidikan dalam pendidikan matematik, kajian ini diharap dapat menjadi pemangkin dan pencetus idea untuk mengembangkan lagi penyelidikan aspek pemahaman dalam topik matematik yang lain bagi membantu murid menyelaraskan, membina, dan mengembangkan pengetahuan matematik yang mereka miliki menjadi lebih berdaya maju.

Seterusnya, hasil kajian ini diharap berguna kepada penggubal kurikulum pendidikan matematik sekolah rendah dalam merancang dan merangka semula kurikulum matematik, khususnya dalam topik geometri dan ruang membabitkan luas segi empat yang berfokus kepada kemahiran, pengetahuan prosedur, pengetahuan konseptual, dan aktiviti pembelajaran dari perspektif murid. Di samping itu, hasil kajian ini boleh membantu penggubal buku teks matematik sekolah rendah dalam memberi kepentingan kepada penggunaan alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga bagi topik geometri dan ruang, khususnya bagi meningkatkan kemahiran manipulatif dalam pengukuran luas segi empat.

Bagi guru matematik sekolah rendah, hasil kajian ini boleh digunakan untuk mengetahui kebolehan, kesukaran, dan cara mengembangkan pemahaman murid tentang geometri dan ruang. Sehubungan itu, guru matematik boleh merancang pengajaran yang bermakna dengan menyediakan rancangan pelajaran tahunan dan rancangan pelajaran harian berkaitan luas segi empat yang bertumpu kepada aktiviti pengajaran dan

pembelajaran yang membabitkan pemahaman oleh murid dalam suasana pembelajaran yang aktif. Dalam hal ini, guru boleh menyusun semula strategi, kaedah, dan teknik pengajaran dan pembelajaran yang sesuai, penyediaan bahan pembelajaran yang menarik, dan berpusatkan murid mengikut tahap pemahaman mereka serta membantu murid dalam melaksanakan asimilasi dan akomodasi tertentu bagi mereka mengorganisasikan pengetahuan tentang luas segi empat.

Seterusnya, kajian ini menggunakan konstruktivisme radikal sebagai landasan kajian dalam menganalisis pemahaman murid tentang luas segi empat. Dalam konteks ini, konstruktivisme radikal membantu untuk menjawab persoalan kajian tentang pemahaman yang dimiliki oleh murid melalui aktiviti berbeza membabitkan gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah. Justeru, idea atau model pemahaman tentang luas segi empat milik murid yang dibentuk oleh pengkaji adalah tafsiran pengkaji berasaskan konstruktivisme radikal. Bagi aspek pembinaan dan pengembangan pengetahuan secara berdaya maju, konstruktivisme radikal memberi tumpuan kepada perkara yang tidak dapat diperhatikan (Nik Azis, 1999a) dan menggunakan tingkah laku yang boleh diperhatikan sebagai asas untuk membina pemahaman tentang perkara yang berlaku dalam pemikiran murid. Dalam hal ini, segala tingkah laku lisan dan bukan lisan yang diperhatikan terhadap murid merupakan data yang bermakna dan petunjuk kepada pemahaman luas segi empat yang dimiliki oleh murid.

Rumusan

Bab 1 sebagai pencetus permulaan kajian ini dan gambaran secara menyeluruh bagi kajian yang dilaksanakan. Dalam bab ini terdapat sembilan bahagian yang penting,

iaitu latar belakang, pernyataan masalah, rangka teori, tujuan dan soalan kajian, definisi istilah, limitasi, delimitasi, signifikan kajian, dan rumusan. Bagi latar belakang kajian, beberapa isu kritikal dalam bidang kajian dibincangkan, manakala pernyataan masalah pula dihuraikan tentang salah satu isu kritikal yang dipilih sebagai masalah kajian oleh pengkaji, iaitu kesukaran murid dalam pembelajaran luas segi empat dan diberi justifikasi bagi pemilihan masalah tersebut. Seterusnya, penjelasan dibuat tentang penggunaan konstruktivisme radikal sebagai rangka teori, dan andaian teori terhadap kajian yang dijalankan.

Seterusnya, tujuan dan persoalan kajian dinyatakan, serta definisi istilah yang digunakan dalam kajian ini diterangkan. Limitasi yang berada di luar kawalan pengkaji, manakala delimitasi pula berada di bawah kawalan pengkaji membabitkan perkara relevan yang tidak akan diteliti oleh pengkaji dalam kajian ini dibincangkan. Akhir sekali, signifikan kajian yang membabitkan pernyataan tentang kepentingan untuk memperoleh penjelasan kepada persoalan kajian dan berkaitan dengan peningkatan kualiti pendidikan matematik diberi tumpuan. Dalam hal ini, kepentingan dan sumbangan yang boleh diberikan oleh hasil kajian dijelaskan.

Laporan kajian ini merangkumi lima bab. Bab 1 meletakkan asas bagi laporan kajian ini. Berdasarkan asas ini, laporan kajian maju ke hadapan untuk menjelaskan secara terperinci tentang tinjauan literatur dalam Bab 2, metodologi kajian dalam Bab 3, hasil kajian dalam Bab 4, dan rumusan, perbincangan, dan implikasi kajian dalam Bab 5. Seterusnya, semua rujukan disenaraikan di bawah tajuk rujukan, manakala contoh kajian kes, bahan sokongan, dan tambahan pula dilampirkan di bawah tajuk lampiran.

Bab 2 Tinjauan Literatur

Pengenalan

Bab 2 terbahagi kepada tujuh bahagian utama. Tujuh bahagian dalam bab ini membabitkan pengenalan, konstruktivisme radikal, kerangka konseptual, konsep pemahaman, konsep luas segi empat, kajian relevan tentang luas segi empat melibatkan perspektif dewasa dan murid, dan rumusan. Bahagian kedua, iaitu konstruktivisme radikal menjelaskan tentang kekuatan konstruktivisme radikal berbanding dengan teori kognitivisme dalam empat aspek yang berbeza, iaitu reka bentuk kajian, pengumpulan data, penganalisan data, dan pentafsiran data. Bahagian ketiga membincangkan kerangka konseptual yang membabitkan konstruk pemahaman, konstruk bentuk geometri dan ruang, dan subkonstruk yang terlibat serta alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga dan perkaitan antara satu sama lain yang menjadi panduan bagi kajian yang dijalankan. Bahagian keempat membincangkan tentang konsep pemahaman berdasarkan konstruktivisme radikal dan perbandingan dengan tafsiran lain. Bahagian kelima dan keenam pula menjelaskan tentang istilah, definisi, dan komponen penting membabitkan luas segi empat dan kajian relevan yang berkaitan. Bahagian terakhir adalah rumusan tentang Bab 2 dan pengenalan kepada Bab 3.

Konstruktivisme Radikal.

Konstruktivisme radikal adalah satu pendekatan psikologi yang berlandaskan teori mengetahui yang dikembangkan oleh von Glasersfeld (1995) dan hanya konsep daya maju (*viability*) bagi sesuatu pengetahuan diberi tumpuan bukan konsep kebenaran dalam mencapai matlamat manusia yang tertentu (Nik Azis, 2014). Pendekatan ini

menolak realisme yang menganggap ilmu pengetahuan sebagai sesuatu yang diperoleh melalui pemerhatian dan pengalaman. Ahli konstruktivisme radikal juga menolak rasionalisme yang membuat andaian tentang kewujudan pengetahuan semula jadi dalam mental. Malah, teori ini juga berlawanan dengan kognitivisme yang menegaskan bahawa pengetahuan individu terdiri daripada maklumat yang di bawa masuk ke dalam mental daripada persekitaran luar dan maklumat tersebut tidak dibina dari dalam. Dengan kata lain, unsur persekitaran mempengaruhi cara individu mengumpul, memproses, dan menggunakan maklumat sebab individu tersebut dianggap sebagai hasil yang dibentuk oleh persekitaran (Nik Azis, 1999a).

Pengasas konstruktivisme radikal, iaitu von Glasersfeld (2000) berpendapat bahawa pengetahuan ialah suatu yang dibina oleh individu yang berfikir sebagai pengadaptasian kepada pengalaman subjektif dalam semua keadaan yang dialaminya. Justeru, sebarang perkara yang terletak di luar pengalaman individu dianggap tidak dapat diketahui oleh pemikiran manusia secara rasional (Nik Azis, 2008). Sehubungan itu, individu bukan pasif menerima semua yang tersedia daripada persekitaran tetapi perlu membina pengetahuan secara aktif (von Glasersfeld, 2007). Dalam perkara ini, konstruktivisme radikal bertumpu kepada pengembangan dan pembinaan pengetahuan secara rasional yang mana murid membina model pengetahuan dengan sendiri berdasarkan pengalaman yang khusus yang dialaminya. Dengan kata lain, sumber fikiran rasional dan pengalaman empiris yang digunakan oleh individu dalam membina pengetahuan bukan gambaran tentang dunia yang sebenar tetapi pengetahuan itu ialah perwakilan tentang pengalaman individu yang ditapis dan dicorakkan oleh proses pengabstrakan (Nik Azis, 2009). Menurut pendukung konstruktivime radikal, model pengetahuan matematik yang dimiliki oleh responden dan cara mereka membina

pengetahuan tersebut adalah sumber bagi pembinaan pemahaman tentang model pengetahuan tersebut oleh pengkaji (Nik Azis, 2014; Steffe & Olive, 2010).

Konstruktivisme radikal dipilih sebagai landasan kajian ini dan kekuatannya dibandingkan dengan kognitivisme dalam beberapa aspek yang mana empat daripadanya membabitkan reka bentuk kajian, teknik pengumpulan data, penganalisan data, dan pentafsiran data. Antara lain, justifikasi dilakukan dengan membandingkan kekuatan konstruktivisme radikal dengan kognitivisme dalam membantu pengkaji mengumpul data yang relevan bagi menjawab soalan kajian (Nik Azis, 2014). Dalam pada itu, konstruktivisme radikal membantu pengkaji dalam membentuk kerangka konseptual kajian ini yang mana memaparkan perkaitan antara konstruk pemahaman dengan subkonstruk pemahaman yang terlibat, dan konstruk luas segi empat dengan subkonstruk luas segi empat yang terlibat. Kerangka konseptual membekalkan kekoherenan konseptual dan struktur yang memandu kajian ini untuk dijalankan.

Bagi aspek reka bentuk kajian, konstruktivisme radikal mencadangkan kaedah temu duga klinikal untuk memerhati secara terus tingkah laku responden dalam situasi interaksi bersemuka dan pengkaji bertumpu secara langsung kepada tingkah laku responden semasa mereka menyelesaikan masalah yang diberikan. Oleh itu, konstruktivisme radikal menganjurkan bahawa kaedah temu duga klinikal sebagai kaedah yang sesuai untuk mengenal pasti pengetahuan yang dimiliki oleh responden secara mendalam berdasarkan perspektif responden yang terlibat (Nik Azis, 1999a, 2014). Dalam hal ini, kaedah temu duga klinikal memberi tumpuan kepada tingkah laku lisan dan bukan lisan yang diperhatikan terhadap responden, pengkaji boleh meneliti pengetahuan yang dimiliki oleh responden berdasarkan beberapa konsep seperti asimilasi, akomodasi, dan pengabstrakan reflektif (Nik Azis, 2014). Manakala

kognitivisme pula menggunakan kaedah temu duga berfikir nyaring (*think-aloud interview*) atau kaedah temu duga bercakap nyaring (*talk-aloud interview*) yang mana responden diminta menyatakan atau memaklumkan sebarang perkara yang mereka fikir, buat, lihat, dan rasa semasa menyelesaikan tugas tertentu (Chi, Bassok, Lewis, Reimann & Glaser, 1989; Nik Azis, 2014). Dalam hal ini, pengetahuan responden semasa menyelesaikan sesuatu masalah diteliti berdasarkan proses mental yang terlibat, iaitu responden menerima pengetahuan dengan cara mengumpul, memproses, menyimpan, dan mengeluarkan kembali maklumat (Ertmer & Newby, 1993). Dengan kata lain, proses mental dianggap sebagai pemprosesan formal tentang maklumat yang tersimpan dalam stor jangka pendek atau stor ingatan jangka panjang individu (Nik Azis, 1999a). Pemprosesan maklumat secara aktif dalam minda individu dilihat semula sebagai pengetahuan individu yang bersifat objektif melalui tingkah laku yang dilakukan oleh individu dalam persekitaran (Gagne, Wager, Golas, & Keller, 2005). Sebaliknya, konstruktivisme radikal pula menjelaskan bahawa pemahaman yang dibina secara aktif melalui aktiviti tindakan dan operasi dalam pengalaman khusus yang dialaminya oleh individu dalam keadaan sedar boleh dikenal pasti melalui pemerhatian tulen, penyoalan, dan penilaian klinikal (Nik Azis, 2014; von Glasersfeld, 1983).

Dalam aspek pengumpulan data, kognitivisme bertumpu kepada pengumpulan data deskriptif secara formal yang mana data kajian berbentuk objektif dikumpulkan sebagai maklumat secara ujian bertulis, kertas dan pensel, soal selidik, lisan, tugas makmal, dan penyelesaian masalah (Ericsson & Simon, 1993; Gagne et al., 2005; Mayer, 1996). Misalnya, Gagne et al. menjelaskan bahawa data kajian berasaskan kognitivisme boleh diperoleh melalui beberapa kemahiran pembelajaran yang diuji terhadap responden. Antaranya (a) kemahiran intelek membabitkan prosedur dan

hukum, (b) kemahiran verbal membabitkan fakta dan pengelompokan maklumat, (c) kemahiran kognitif membabitkan penguasaan strategi dan ingatan, (d) kemahiran psikomotor membabitkan perlakuan dan pergerakan otot, dan (e) kemahiran sikap. Dengan kata lain, pengumpulan data kajian dibuat oleh pengkaji melalui temu duga selepas responden menyelesaikan masalah atau tugas dan dalam temu duga yang dijalankan, responden diminta untuk mengingat kembali aktiviti mereka (Nik Azis, 2014). Konstruktivisme radikal pula mengumpul data kualitatif dari perspektif responden. Data kajian yang dikumpulkan adalah sangat kaya dan mendalam melalui temu duga klinikal membabitkan lisan dan bukan lisan. Malah pengkaji mengumpul data yang relevan bagi menjawab soalan kajian. Bagi tujuan pengumpulan data yang relevan, pengkaji menggunakan empat subkonstruk pemahaman seperti gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah bagi meneliti pengetahuan matematik berbentuk subjektif yang dimiliki oleh responden dan cara mereka menggunakan idea pengetahuan tertentu apabila menyelesaikan tugas berkaitan topik matematik yang dikaji (Nik Azis, 2014; von Glasersfeld, 1995).

Seterusnya, kognitivisme menganalisis data yang diterima daripada respons individu dengan menggunakan dua cara yang berbeza dari perspektif formal, iaitu (a) analisis protokol (*protocol analysis*) membabitkan analisis protokol serentak, dan (b) analisis lisan (*verbal analysis*) membabitkan analisis lisan serentak dan analisis lisan retrospektif (Nik Azis, 2014). Kedua-dua analisis protokol dan analisis lisan membabitkan laporan lisan yang dibuat oleh pengkaji sama ada semasa atau selepas responden menyiapkan tugas. Seterusnya, laporan lisan ditranskripsikan, dibahagi kepada pernyataan individu, dan dikodkan untuk membolehkan pengkaji membuat

inferens tentang kemahiran yang terlibat dalam proses kognitif responden (Nik Azis, 2014).

Proses kognitif membabitkan pemprosesan maklumat dan kemahiran tertentu dikeluarkan kepada bentuk output tingkah laku seperti satu set simbol yang melibatkan manipulasi algoritma, prosedur, strategi, dan sikap (Hwang, Shi, & Chu, 2011; Mayer, 1996; Pivec, 2007). Sebaliknya, konstruktivisme radikal pula menggunakan teknik analisis protokol bertulis (*written protocol analysis*) membabitkan kaedah analisis kandungan kualitatif bagi meneliti makna, tema, dan pola yang tersirat dan tersurat dalam sesuatu protokol bertulis (Mayring, 2014). Pengkaji menganalisis data kualitatif dalam beberapa peringkat membabitkan aktiviti transkripsi kepada bentuk bertulis, catatan semasa temu duga, dan interaksi lisan antara pengkaji dan responden dari perspektif responden. Menurut Steffe (1991) dan Nik Azis (2014), komunikasi lisan dan bukan lisan merupakan data yang penting untuk dianalisis bagi mengetahui konsepsi atau pemahaman yang dimiliki oleh responden tentang topik matematik yang dikaji. Sehubungan itu, gaya, pembawaan, perawakan, posisi tubuh, gerak isyarat, ketawa, tindakan berdiam diri, keadaan termenung, dan berfikir seketika memberikan makna yang tersirat dalam analisis protokol bertulis (Nik Azis, 2014). Seterusnya, kajian kes dibentuk mengikut tema tertentu, analisis merentasi responden dilaksanakan, dan pola tingkah laku yang konsisten diteliti untuk menentukan pemahaman responden tentang topik yang dikaji.

Bagi aspek pentafsiran data, perspektif formal yang dianjurkan oleh kognitivisme memberi tumpuan kepada interpretasi data yang membabitkan kesilapan dalam penyelesaian masalah, pola kesilapan dalam aritmetik, proses kognitif membabitkan maklumat konkrit dan objektif (Nik Azis, 1999a; Mayer, 1996). Berdasarkan

konstruktivisme radikal pula, model-susunan-kedua digunakan oleh pengkaji untuk mentafsir data yang dianalisis. Model-susunan-kedua yang dibina oleh pengkaji tentang pengetahuan yang dimiliki oleh responden yang diperhatikan untuk mentafsirkan pemerhatiannya tentang keadaan, aktiviti, bahasa, tindakan atau interaksi yang dilakukan oleh responden tersebut (Nik Azis, 2014; Steffe, 2010).

Kajian ini memilih konstruktivisme radikal sebagai landasan kajian dan reka bentuk kajian kes untuk dijalankan berdasarkan fokus kajian yang bertumpu kepada pengetahuan yang dimiliki oleh responden dan cara mereka menggunakan pengetahuan yang dimilikinya dalam situasi tugas yang berbeza yang diberikan. Beberapa kajian lepas turut menggunakan konstruktivisme radikal sebagai teori kajian dan reka bentuk kajian kes untuk dijalankan bagi memahami pemahaman yang dimiliki oleh responden tentang konsep matematik yang dikaji (Faridah, 2009; Nik Azis, 1987; Nik Suryani, 2002; Norton, 2000, 2004; Sharifah Norul Akmar, 1997; Steffe, 2002). Kajian lepas ini memandu pengkaji dalam menjalankan kajian kes dengan menggunakan reka bentuk kajian, pengumpulan data, penganalisan data, dan pentafsiran data berdasarkan konstruktivisme radikal.

Kajian lepas menggunakan konstruktivisme radikal. Terdapat beberapa kajian tempatan yang menggunakan konstruktivisme radikal sebagai landasan kajian khususnya untuk memahami perkara berkaitan pengetahuan yang dimiliki oleh murid tentang sesuatu konsep matematik. Misalnya, kajian Faridah (2009) menggunakan konstruktivisme radikal untuk mengenal pasti skim pembahagian nombor bulat yang dimiliki oleh murid Tahun Empat dan cara mereka menggunakan skim yang dimilikinya untuk menyelesaikan masalah yang membabitkan pembahagian nombor bulat. Faridah turut menggunakan subkonstruk skim seperti gambaran mental, perwakilan, makna, dan

penyelesaian masalah apabila mengumpul data melalui temu duga klinikal yang dianjurkan oleh konstruktivisme radikal. Kaedah temu duga klinikal yang digunakan oleh Faridah didapati mampu menjawab beberapa persoalan asas tentang konsep matematik yang dikaji membabitkan kualiti skim tindakan dan operasi yang dimiliki oleh murid. Seterusnya, kajian Nik Suryani (2002) pula turut menggunakan konstruktivisme radikal sebagai landasan kajian untuk mengenal pasti skim peratus dalam kalangan murid. Nik Suryani juga menggunakan kaedah temu duga klinikal dalam mengumpul data melalui subkonstruk skim yang tertentu serta menganalisis data dengan merujuk beberapa langkah yang khusus dalam analisis protokol bertulis berasaskan temu duga klinikal seperti transkripsi rakaman temu duga kepada bentuk bertulis, pembentukan kajian kes bagi setiap responden membabitkan pemerihalan tingkah laku murid tentang aspek tertentu peratus, dan penganalisan merentas responden bagi mengenal pasti model pengetahuan yang dimiliki oleh murid tentang peratus.

Seterusnya, terdapat juga beberapa kajian di luar negara yang menggunakan konstruktivisme radikal sebagai landasan kajian dan kaedah eksperimen mengajar yang dimajukan oleh Steffe dan Thompson (2000b) bagi meneliti model pengetahuan yang dimiliki oleh murid dan bagaimana mereka membina konsep matematik yang khusus apabila disediakan persekitaran pembelajaran matematik serta konteks pembelajaran dalam zon pembinaan termampu (*zone of potential construction*) bagi murid. Misalnya, kajian Norton (2000) turut menggunakan konstruktivisme radikal untuk meneliti pengetahuan tentang penaakulan geometri yang dimiliki oleh murid dan bagaimana penaakulan geometri tersebut dipelajari dalam konteks pengajaran. Norton menggunakan kaedah eksperimen mengajar anjuran konstruktivisme radikal bagi satu

jujukan episod pengajaran dan beliau mampu membentuk model tentang penaakulan geometri untuk murid. Dalam pada itu, Norton turut membincangkan proses asimilasi dan akomodasi yang terlibat dalam diri murid apabila menghadapi gangguan tertentu dalam situasi pembelajaran geometri. Dalam kajian lain, Norton (2004) pula bertumpu kepada pembentukan model pengetahuan tentang pecahan untuk murid berlandaskan konstruktivisme radikal. Norton mendapati tiga komponen skim, iaitu situasi yang diasimilasikan, aktiviti khusus yang dikaitkan dengan situasi yang diasimilasikan, dan hasil yang diharapkan bahawa aktiviti khusus yang dijalankan akan mengeluarkan hasil tertentu yang pernah dialami membantu beliau mencari perkaitan antara kesan dengan aktiviti yang dijalankan sebagai satu konsepsi yang dimiliki oleh murid tentang konsep pecahan. Malah tugas berbentuk penyelesaian masalah yang diberikan kepada murid telah mencetuskan gangguan tertentu dalam situasi pembelajaran dan hal ini dianalisis dalam konteks proses asimilasi dan akomodasi yang terlibat, Norton mampu mengelaskan jenis asimilasi dan akomodasi dalam skim yang dimiliki oleh murid.

Kesimpulannya, kajian lepas yang berlandaskan konstruktivisme radikal bertumpu kepada beberapa aspek berkaitan pemahaman tentang sesuatu fenomena kompleks dan mendalam. Antara lain, aspek yang cenderung diberi tumpuan ialah pengetahuan yang dimiliki oleh murid tentang konsep matematik, cara mereka menggunakan pengetahuan yang dimilikinya dalam situasi matematik yang berbeza, dan cara murid membina pengetahuan tentang konsep matematik dalam situasi pembelajaran. Kajian ini pula bertujuan untuk mengenal pasti pemahaman murid tentang luas segi empat yang mana suatu kajian kes yang dilaksanakan secara mendalam. Sehubungan itu, aspek yang diberi fokus utama dalam kajian ini, antara lain pengetahuan yang dimiliki oleh murid tentang luas segi empat dan cara mereka

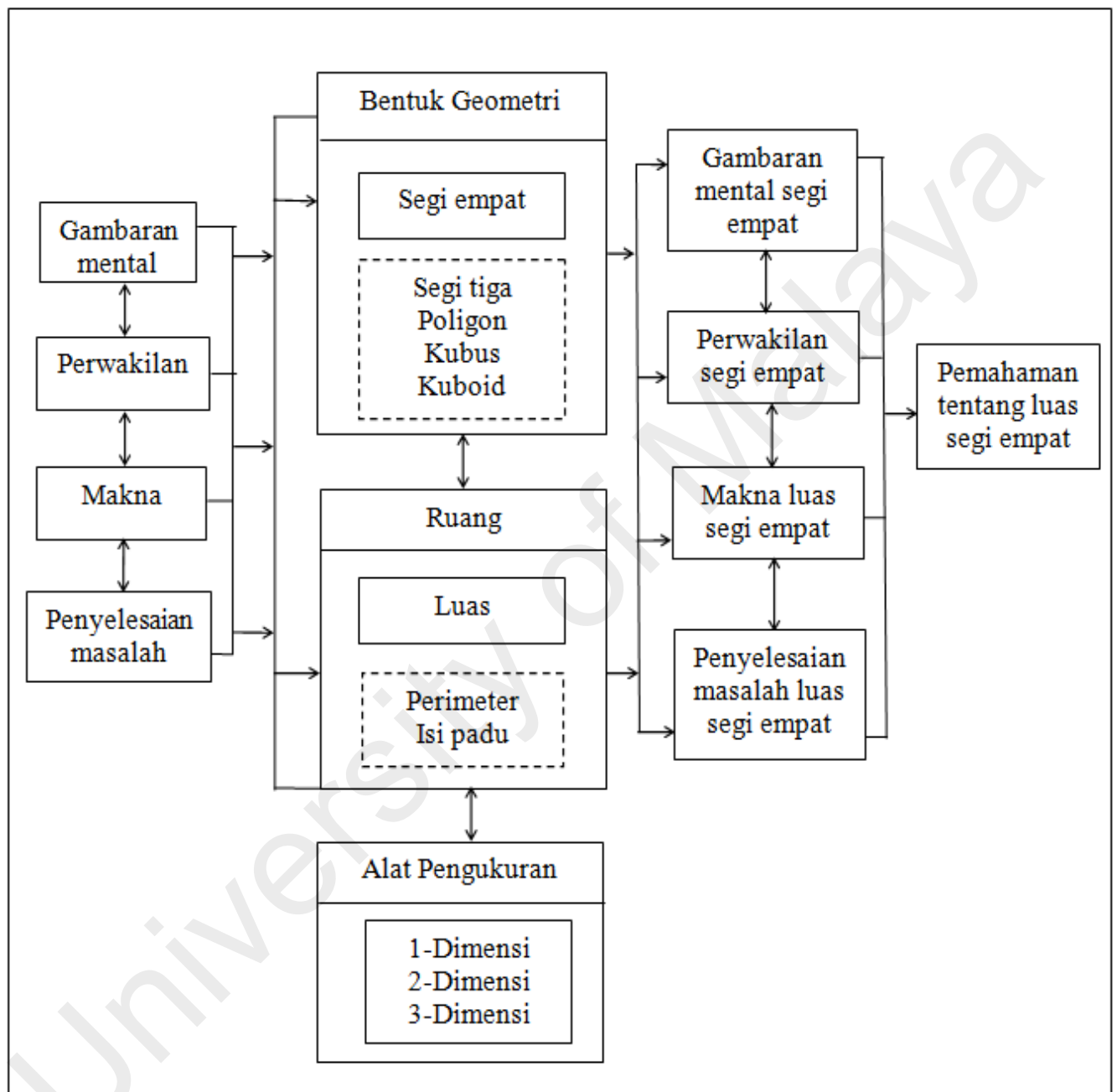
menggunakan pengetahuan yang dimiliki tentang luas segi empat dalam situasi tugas yang berbeza. Berdasarkan fokus kajian yang meneliti pemahaman murid, kajian ini sesuai menggunakan konstruktivisme radikal sebagai landasan kajian dalam konteks reka bentuk kajian kes dan temu duga klinikal untuk mengumpul data secara mendalam dan terperinci. Malah subkonstruk pemahaman yang dianjurkan oleh konstruktivisme radikal seperti gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah sesuai dipilih sebagai komponen dalam kerangka konseptual kajian ini bagi memandu kajian ini untuk dijalankan. Perkaitan yang tersusun antara beberapa perkara yang membabitkan konstruk pemahaman dan konstruk matematik dipaparkan dalam Rajah 2.1.

Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual kajian ini adalah berasaskan konstruktivisme radikal. Kerangka konseptual membabitkan satu himpunan konsep yang diberi tumpuan khusus oleh pengkaji bagi mencapai tujuan kajian yang ditetapkan (Nik Azis, 2014). Dalam kajian ini, pemahaman murid tidak dapat diperhatikan secara langsung tetapi boleh diteliti melalui beberapa aktiviti khusus dalam konteks yang berbeza yang mana empat subkonstruk pemahaman adalah terdiri daripada gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah. Subkonstruk bentuk geometri dan ruang pula terdiri daripada beberapa aspek, iaitu (a) bentuk geometri yang membabitkan segi empat, segi tiga, kubus, kuboid, dan poligon, dan (b) ruang membabitkan luas, perimeter, dan isi padu. Pada umumnya, subkonstruk pemahaman mempunyai perkaitan dengan subkonstruk bentuk geometri dan ruang. Secara khususnya, gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah dalam kajian ini memberi tumpuan kepada bentuk segi empat

dan luas segi empat. Namun begitu, perkara lain turut diberi perhatian dalam kajian ini yang membabitkan bentuk segi tiga, poligon, kubus, kuboid, perimeter, dan isi padu serta alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga untuk membantu pengkaji meneliti secara mendalam dan menyeluruh tentang pengetahuan bentuk geometri dan ruang yang dimiliki oleh murid.

Seterusnya, perkaitan antara subkonstruk pemahaman dengan subkonstruk bentuk geometri dan ruang membentuk soalan kajian yang bertumpu kepada gambaran mental segi empat, perwakilan segi empat, makna luas segi empat, dan penyelesaian masalah luas segi empat bagi membantu pengkaji ke arah untuk mencapai tujuan kajian. Namun begitu, terdapat beberapa aspek tidak diberi perhatian dalam kajian ini seperti komunikasi, hubung kait, penaakulan logik, dan perbandingan sebab tugas yang disediakan dalam konteks yang berbeza adalah mencukupi bagi subkonstruk pemahaman seperti gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah yang mana boleh mengenal pasti pengetahuan yang dimiliki oleh murid dan digunakan oleh murid bagi merumuskan pemahaman tentang luas segi empat. Beberapa kajian lepas turut menyokong pemilihan subkonstruk pemahaman membabitkan gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah bagi mengenal pasti pemahaman yang dimiliki oleh murid tentang matematik tertentu (Faridah, 2009; Nik Suryani, 2002).



Rajah 2. 1: Kerangka konseptual bagi kajian tentang pemahaman luas segi empat dalam kalangan murid Tahun Lima berlandaskan konstruktivisme radikal

Konsep Pemahaman.

Menurut konstruktivisme radikal, pemahaman merujuk kepada kemampuan individu membina pengetahuan berdaya maju dalam situasi pengalaman yang mana kecocokan boleh dicapai (von Glasersfeld, 1995). Dengan kata lain, kualiti pengetahuan sedia ada milik individu boleh mempengaruhi kemampuan untuk membina pengetahuan baharu dan berdaya maju (Nik Azis, 1999a, 2008). Sehubungan itu, konstruktivisme radikal memberi keutamaan dalam beberapa aspek dalam pembinaan pemahaman oleh individu yang berbentuk operasi mental, iaitu proses penglibatan aktif, refleksi, dan pengabstrakan yang membabitkan pengabstrakan empirik dan pengabstrakan reflektif. Dalam hal ini, konstruktivisme radikal menegaskan bahawa operasi mental individu tidak boleh diperhatikan secara langsung (Nik Azis, 2014). Oleh yang demikian, konstruktivisme radikal mengutarakan idea bagi cara membuat inferens tentang operasi mental yang digunakan oleh individu dalam aktiviti yang melibatkan sesuatu konsep matematik. Justeru, konstruktivisme radikal mencadangkan penggunaan beberapa situasi yang berbeza, antara lain membabitkan konteks gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah (Nik Azis, 2014) bagi mengenal pasti pengetahuan yang dimiliki oleh individu dan pengetahuan tertentu yang digunakan oleh individu dalam konteks yang berbeza berkaitan konsep matematik yang dikaji khususnya pemahaman murid tentang konsep luas segi empat.

Dalam situasi gambaran mental, tidak ada satu pun unsur bagi gabungan pengalaman tertentu responden hadir dalam domain pengalaman semasa (Nik Azis, 2014). Justeru, responden menggambarkan sesuatu yang dikaitkan dengan perkataan khusus yang dilafazkan dalam tempoh serta-merta apabila responden mendengar pola bunyi bagi perkataan itu. Dengan kata lain, gambaran mental merujuk

imej yang terbentuk secara spontan apabila responden diminta untuk menyatakan apa yang mereka fikir tentang sesuatu perkara (Nik Azis, 2014). Misalnya, murid dalam kajian ini menggambarkan perkataan seperti segi empat, segi tiga, luas segi tiga, luas segi empat, perimeter segi empat, dan isi padu kuboid. Pendek kata, murid dalam kajian ini mewakili semula satu gabungan pengalaman tertentu kepada diri sendiri. Dalam hal ini, gambaran mental yang diperoleh tentang bentuk geometri dan ruang boleh membantu pengkaji untuk meneliti maklumat awal tentang pemahaman yang dimiliki oleh murid mengenai luas segi empat.

Pada umumnya, perwakilan membabitkan perwakilan ikonik, simbol, dan konsepsi. Perwakilan ikonik, simbol, dan konsepsi mempunyai perkaitan antara satu sama lain dan bertindak pada tahap motor deria atau pemikiran membabitkan domain figuratif atau operatif. Menerusi aktiviti perwakilan, responden boleh menggunakan pengetahuan dan pengalaman yang sedia dimilikinya tentang sesuatu perkara untuk diwakilkan semula dan perkara yang diwakilkan semula itu tidak mewakili atau menggambarkan diri responden. Dalam hal ini, perwakilan merupakan tindakan mental untuk mengimbas kembali pengalaman sebelumnya dalam keadaan sedar individu, iaitu secara spesifik individu tersebut mengenangkan bahan figuratif yang membentuk pengalamannya (von Glasersfeld, 1995). Dengan kata lain, perwakilan merujuk cara responden mewakili sesuatu konsep, iaitu melibatkan pembinaan semula sesuatu yang dibina dalam situasi pengalaman lalu (Nik Azis, 2014). Misalnya, murid dalam kajian ini mewakili semula perkara tertentu yang mereka bina secara konsepsi tentang segi empat dalam konteks pengalaman tertentu sebelumnya secara lisan, tulisan, atau lakaran yang boleh dilihat secara langsung. Manakala dalam konteks pentafsiran perwakilan rajah, ia merujuk cara responden menjelaskan sesuatu perwakilan yang diberikan

(Nik Azis, 2014). Dalam situasi ini, responden menjalankan operasi tertentu terhadap senarai rajah dua dimensi yang diberikan secara langsung bagi menentukan perkara yang dianggap sebagai segi empat.

Seterusnya, makna menurut konstruktivisme radikal merujuk sesuatu yang perlu ditafsirkan oleh individu daripada stor peribadinya yang mengandungi pengabstrakan terhadap perkara dialami dan interpretasi adalah subjektif (von Glasersfeld, 1989). Dalam erti kata yang lain, struktur konseptual sedia ada oleh individu yang digunakan dalam mentafsirkan dan menyusun pengalaman yang dialaminya (Nik Azis, 1999a, 2014). Malah tafsiran yang dibuat oleh individu dipengaruhi oleh pembinaan dan organisasi yang dibuat olehnya terhadap perkara yang dialami (Nik Azis, 2014). Dalam hal ini, struktur konseptual yang dimiliki oleh individu selalu berada dalam keadaan terbuka untuk diubahsuai oleh pengalaman yang ditafsirkan atau disusun itu. Oleh itu, makna yang dibina hasil daripada pengubahsuaian atau modifikasi tertentu melalui interaksi beberapa kali sentiasa berada dalam keadaan subjektif.

Makna sesuatu perkataan tidak terletak dalam perkataan itu sendiri, tetapi dibina secara subjektif oleh setiap murid dengan membentuk perkaitan antara perkataan itu dengan pengalaman yang dialami sendiri (von Glasersfeld, 2007). Oleh itu, makna bagi sesuatu perkataan adalah perwakilan semula kepada diri sendiri oleh setiap murid dan pada asalnya tidak sama antara murid disebabkan murid harus memperoleh keupayaan untuk membuat visualisasi tentang apa yang telah dikaitkan dengan pola bunyi perkataan tertentu yang didengar dan mengabstrakkan makna perkataan daripada pengalamannya. Dengan kata lain, makna sesuatu perkataan ditentukan oleh struktur pengetahuan yang digunakan oleh seseorang murid dalam mengasimilasikan perkataan tersebut dan merupakan tafsiran yang dibuat oleh murid tentang perkataan tersebut dengan

menggunakan struktur pengetahuan yang dimilikinya (von Glasersfeld, 1995). Dalam konteks ini, makna bagi sesuatu perkataan yang di lafaz oleh seseorang murid merupakan pengabstrakan yang dibuat oleh individu itu dalam konteks tertentu dianggap perwakilan subjektif berdasarkan elemen pengalamannya yang lalu.

Pembentukan makna dalam matematik dilihat sebagai aktiviti tindakan dan operasi yang tertentu (Steffe & Kieren, 1994). Makna perkataan atau gabungan perkataan pula merujuk apa saja aspek pengetahuan yang telah dikaitkan dengan perkataan atau gabungan perkataan dalam kesedaran seseorang murid (Steffe, 2000). Misalnya, apabila individu memberi makna atau mentafsir sesuatu objek, iaitu dalam tindakan memberi penjelasan atau menerangkan maksud sesuatu perkara, aktiviti tersebut melibatkan beberapa unsur seperti berikut: (a) individu yang aktif (P , pentafsir), (b) sesuatu objek atau fenomena (F) yang dialami oleh P ; (c) aktiviti khusus yang ditafsirkan oleh P ; dan (d) hasil aktiviti khusus (H), yang bukan merupakan sebahagian daripada pengalaman P yang semerta tentang F , tetapi berkaitan dengan F melalui beberapa hubungan yang diketahui oleh P (Nik Azis, 2014; von Glasersfeld, 2007). Dengan kata lain, apabila sesuatu aktiviti ditafsirkan dalam kajian ini seperti makna bagi luas, perimeter, atau isi padu ataupun makna bagi unit ukuran tertentu, maka proses pentafsiran tersebut melibatkan pembinaan konsepsi tertentu yang mana unsur-unsur yang terkandung dalam gubahan baharu berasal daripada pengalaman murid itu sendiri.

Seterusnya, konstruktivisme radikal memberi perhatian kepada penyelesaian masalah membabitkan pemahaman terhadap masalah dihadapi sebagai perkara tertentu seperti yang berikut: (a) satu cara untuk mengatasi halangan yang dialami; (b) satu langkah penting dan bermanfaat dalam penyelesaian masalah; (c) refleksi terhadap aktiviti yang dilakukan (Nik Azis, 1999a). Dalam hal ini, sesuatu situasi yang dialami

oleh responden menjadi masalah apabila situasi itu dianggap sebagai gangguan dan penyelesaian masalah merupakan kekangan khusus yang berstatus tidak bebas. Dengan kata lain, responden dianggap sebagai penyelesaian masalah yang mempunyai perkaitan antara dirinya dengan masalah yang dihadapi yang mana responden menggunakan struktur konseptual yang berdaya maju bagi menyelesaikan masalah. Secara spesifik, murid menghasilkan penyelesaian bagi tugas penyelesaian masalah yang diberikan berdasarkan pengetahuan semasa yang dimiliki oleh mereka dengan mengikuti beberapa langkah penyelesaian masalah yang dianjurkan oleh konstruktivisme radikal, iaitu (a) situasi dialami yang dianggap gangguan; (b) menjalankan tindakan khusus bagi mengatasi gangguan yang dihadapi; (c) membuat refleksi terhadap tindakan atau aktiviti tugas yang dijalankan; dan (d) penghasilan pengetahuan baharu atau pengetahuan yang dimodifikasi yang berdaya maju bagi mengatasi gangguan (Nik Azis, 1999a).

Konstruktivisme radikal menjelaskan bahawa pembinaan sesuatu pengetahuan, tindakan, operasi, atau struktur konseptual dianggap berdaya maju selagi ia berguna, mencukupi, dan lebih kurang boleh dipercayai dalam membantu responden untuk melaksanakan tugas atau mencapai sesuatu matlamat yang ditetapkan (Nik Azis, 2014). Dalam hal ini, untuk mengenal pasti pengetahuan tentang luas segi empat yang dimiliki oleh murid, pengkaji menyediakan situasi atau tugas yang berbeza sebanyak mungkin membabitkan gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah sebagai subkonstruk pemahaman bagi memudahkan pengkaji merumuskan pemahaman murid tersebut.

Jenis pemahaman. Sejak dua dekad kebelakangan, beberapa kajian lepas menggunakan definisi pemahaman yang berbeza berdasarkan perspektif tertentu dan pemahaman dianggap mempunyai perkaitan dengan beberapa aspek seperti kemahiran

menghafal, rangkaian (*network*), tindakan, dan kepercayaan (Hiebert & Carpenter, 1992; Pirie & Kieren, 1994; Schoenfeld, 1989, 1992; Sfard, 2000; Sierpinska, 1994; Skemp, 1987). Misalnya, Skemp (1987) mengkategorikan pemahaman kepada tiga bahagian, iaitu pemahaman instrumental, relasional, dan formal. Pemahaman instrumental merujuk kepada individu menghafal dan mengaplikasikan prosedur tertentu untuk menyelesaikan masalah matematik tanpa mengetahui alasan menggunakan prosedur tersebut. Manakala pemahaman relasional pula merujuk kepada individu menghasilkan prosedur tertentu daripada hubungan matematik yang umum membabitkan aspek adaptasi dan perkaitan. Seterusnya, pemahaman formal merujuk kepada individu mengaitkan simbol dan prosedur tertentu dengan idea matematik yang relevan untuk menunjukkan penaklukan secara logik. Dalam hal ini, pemahaman yang didefinisikan oleh Skemp cenderung kepada prosedur matematik yang boleh dilihat dalam keadaan formal logik matematik dari perspektif pengkaji.

Selanjutnya, jenis pemahaman yang terbaik seperti yang disyorkan oleh Skemp mula diberi perhatian untuk dibuat penambahbaikan dan pengubahsuaian tertentu. Justeru, perkaitan antara pemahaman prosedur dengan pemahaman konseptual pula mula dikembangkan oleh pendukung kognitivisme (Hiebert & Carpenter, 1992; Sfard, 2000). Menurut Hiebert dan Carpenter, tahap pemahaman individu dapat diukur melalui kekuatan atau bilangan perkaitan antara idea, fakta, dan prosedur dengan struktur konseptual yang sedia ada oleh individu. Tahap pemahaman yang dikemukakan oleh Hiebert dan Carpenter mempunyai penjelasan bahawa perwakilan dalaman (*internal representations*) individu mempunyai hubungan terus dengan perwakilan luaran (*external representations*) oleh individu tersebut. Misalnya, apabila murid memberikan penyelesaian kepada sesuatu masalah atau tugas matematik, perwakilan dalaman

membabitkan rangkaian dalaman murid tersebut adalah menyerupai perwakilan luaran yang tunjukkan secara lisan, simbol, rajah, dan bahan fizikal. Dengan kata lain, perwakilan luaran ini membolehkan murid untuk memaksa diri mereka dalam mengembangkan sesuatu konsep matematik dalam perwakilan dalaman (Sfard, 2000). Metodologi yang dikembangkan bagi melihat kesan perwakilan luaran adalah melalui pembelajaran sesuatu konsep matematik menggunakan perisian komputer yang mana boleh menghubungkan perwakilan simbol dengan visualisasi murid dan perkara itu dianggap sebagai pemahaman secara dalaman (Harries & Barmby, 2007).

Seterusnya, pemahaman murid dalam menyelesaikan matematik turut digariskan berdasarkan tahap kesukaran tertentu (Pirie & Kieren, 1994). Menurut Pirie dan Kieren definisi pemahaman yang dicadangkan oleh mereka adalah untuk mengatasi masalah jenis pemahaman yang dicadangkan oleh Skemp yang tidak mempunyai kategori tertentu untuk menetapkan pemahaman murid bagi suatu tahap kesukaran yang dikenal pasti. Sehubungan itu, Pirie dan Kieren mencadangkan lapan kategori pemahaman membabitkan aspek mengetahui secara primitif, membuat imej, mempunyai imej, memiliki perhatian, memformalkan, memperhatikan, menstrukturkan, dan mencipta. Kategori pemahaman tersebut bertumpu kepada perkembangan pengetahuan secara objektif apabila murid menghadapi masalah matematik untuk diselesaikan.

Ahli pengkaji matematik turut mendefinisikan pemahaman berdasarkan aspek organisasi terhadap halangan yang dihadapi dalam aktiviti matematik (Duffin & Simpson, 2000; Sierpinska, 1994). Menurut Sierpinska pemahaman merujuk tindakan murid sebagai subjek epistemik (*epistemic*) yang mengorganisasikan halangan dalam operasi mental. Sehubungan itu, Sierpinska membahagikan tindakan pemahaman kepada empat komponen, iaitu pemahaman subjek, objek pemahaman, asas pemahaman, dan

operasi mental menghubungkan objek dengan asas. Dalam hal ini, objek, asas, dan operasi mental bertumpu kepada percubaan individu tertentu dalam menentukan maksud terhadap sesuatu situasi yang dihadapinya. Operasi mental yang dikemukakan oleh Sierpinska adalah untuk mengenal pasti diskriminasi, generalisasi, dan sintesis yang mana diskriminasi merupakan tindakan individu untuk mengenal pasti perbezaan antara objek, iaitu situasi berbeza yang dihadapi, manakala generalisasi pula merujuk aspek melihat sesuatu situasi yang spesifik, dan sintesis adalah suatu hubungan yang umum antara situasi. Dalam pada itu, proses pemahaman yang dijelaskan oleh Sierpinska (1994) menunjukkan bahawa aktiviti kognitif adalah berperanan untuk menghubungkan komponen dalam tindakan pemahaman melalui proses penaakulan yang membabitkan aspek penjelasan, contoh, hubungan pengetahuan sedia ada, hubungan bahasa, dan aktiviti praktikal. Duffin dan Simpson (2000) pula cuba merumuskan definisi pemahaman Sierpinska dalam tiga komponen melibatkan perkara seperti membentuk, mempunyai, dan menggubal. Pada umumnya, pemahaman yang didefinisikan oleh Sierpinska dan Duffin dan Simpson lebih berminat kepada aktiviti fizikal murid dalam menghadapi halangan tertentu untuk memahami sesuatu konsep matematik yang mana aktiviti tersebut dirumuskan sebagai hasil yang diperoleh akibat daripada tindakan yang dilakukan.

Kepercayaan individu dan pemahaman. Selain itu, kepercayaan individu tentang sesuatu konsep matematik juga dianggap mempunyai pengaruh terhadap pemahaman individu tersebut (Kastberg, 2002; Schoenfeld, 1992; Szydlik, 2000). Dalam hal ini, tahap kepercayaan individu tentang sesuatu konsep matematik dianggap memberi kesan langsung terhadap tahap pemahaman individu tersebut (Schoenfeld, 1992). Misalnya, dalam aktiviti penyelesaian masalah, kepercayaan

terhadap orientasi matlamat secara logik dan tindakan pada masa yang sesuai oleh murid membolehkan pemahaman murid tersebut meningkat untuk menyelesaikan masalah matematik (Schoenfeld, 2015). Dalam situasi yang berbeza, kepercayaan dalaman dan kepercayaan luaran dianggap indikator penting bagi menentukan tahap pemahaman individu dalam sesuatu konsep matematik (Szydlik, 2000). Menurut Szydlik, jika kepercayaan dalaman individu tentang konsep matematik menjadi rujukan, maka pemahaman bagi konsep matematik juga konsisten, sebaliknya jika kepercayaan luaran pula menjadi rujukan, maka pemahaman individu bagi konsep matematik tidak konsisten. Pemahaman murid juga didefinisikan dalam situasi pengajaran berdasarkan aktiviti berkaitan perasaan tentang konsep, perwakilan menggunakan simbol, perkaitan antara lisan, tulisan, jadual, dan rajah serta aplikasi menggunakan bahan untuk menyelesaikan masalah (Kastberg, 2002). Dalam pada itu, Kastberg merumuskan bahawa pemahaman murid tentang konsep matematik tertentu merupakan suatu koleksi kepercayaan yang diperoleh melalui aktiviti tertentu dan dipengaruhi oleh kepercayaan tentang matematik dan pemahaman.

Pemahaman murid dalam geometri. Seterusnya, terdapat beberapa kajian lepas tentang konsep tertentu dalam bidang geometri berfokus kepada aspek pemahaman murid (Curry, Mitchelmore, & Outhred, 2006; Huang, 2008; Outhred & Mitchelmore, 2000; Usiskin, 2015). Pada umumnya, pemahaman murid tentang konsep tertentu bagi bidang geometri dibahagikan kepada beberapa aspek tertentu, antara lain membabitkan kemahiran dan algoritma berkaitan dengan konsep, ciri dan pembuktian melibatkan konsep, mengaplikasikan konsep, perwakilan dan metafora untuk konsep, dan sejarah sesuatu konsep dan kegunaan dalam konteks budaya yang berbeza (Usiskin, 2015). Secara khususnya, pemahaman didefinisikan sebagai pengetahuan prosedur dan

pengetahuan konseptual oleh Huang (2008) dalam kajiannya tentang ukuran luas. Idea pemahaman oleh Huang adalah idea yang diterima daripada Hiebert dan Carpenter (1992). Menurut Huang, bagi mengembangkan pemahaman murid dalam pengukuran luas, tugas penyelesaian masalah disediakan untuk merangsang kemahiran berfikir aras tinggi murid yang membabitkan justifikasi, penaakulan, penjelasan, dan operasi aritmetik.

Pemahaman juga dianggap sebagai strategi penyelesaian masalah yang membabitkan tahap perkembangan tertentu (Barret, Clements, Klanderinan, Pennisi & Polaki, 2006; Outhred & Mitchelmore, 2000). Misalnya, dalam kajian tentang penyelesaian masalah membabitkan strategi mengukur luas dengan menutup ruang dalam segi empat secara perwakilan visualisasi (Outhred & Mitchelmore, 2000), pemahaman relasional dan instrumental murid dikenal pasti secara objektif dalam lima tahap perkembangan dalam urutan tertentu. Menurut Outhred dan Mitchelmore, aktiviti lakaran ruang segi empat secara perwakilan luaran menggambarkan imej yang terbentuk dalam perwakilan dalaman. Sebagai tambahan, kajian Barret, Clements, Klanderinan, Pennisi & Polaki (2006) juga menentukan tahap strategi penyelesaian murid dalam situasi pengukuran linear dan perimeter. Menurut Barret et al. perkembangan pemahaman murid dalam geometri dirujuk berdasarkan aktiviti pemikiran logik, refleksi, penjelasan, dan justifikasi menggunakan idea tertentu seperti diskriminasi, generalisasi, dan sintesis dalam membincangkan tahap perkembangan murid.

Pelbagai definisi pemahaman. Definisi pemahaman yang digunakan dalam kajian lepas membawa pengertian yang pelbagai seperti suatu rangkaian (*network*), tindakan, proses, kepercayaan, dan hubungan yang mana suatu penjelasan tentang tingkah laku murid dalam konteks fizikal tertentu yang mempengaruhi pemikiran atau

operasi mental individu. Malah perwakilan luaran dan hubungannya dianggap mempunyai pengaruh yang kuat dan langsung untuk menentukan perwakilan dalaman individu. Di samping itu, perwakilan luaran dan hubungan juga dianggap sebagai bukti untuk menjelaskan kepercayaan individu terhadap sesuatu konsep matematik dari perspektif pengkaji. Oleh itu, perbincangan ahli pendidik dan pengkaji tentang definisi pemahaman masih menular dalam ruang lingkup pengalaman empirikal dan proses mental dalam menemui realiti ontologi yang objektif atau luaran berdasarkan behaviourisme dan kognitivisme. Misalnya, behaviourisme mengaitkan pemahaman secara tidak langsung dengan keupayaan individu untuk menjalankan sesuatu prosedur dengan cepat dan tepat. Manakala, kognitivisme pula mengaitkan pemahaman dengan keupayaan individu untuk menghubungkan sesuatu idea atau prosedur dengan rangkaian dalaman sedia ada melalui penggunaan hubungan yang lebih banyak dan lebih kuat (Nik Azis, 2008). Dengan kata lain, definisi pemahaman dari sudut kognitif yang tertutup secara operasi berasaskan daya maju belum dibentuk sebagai rujukan sendiri dalam mana-mana kajian lepas tentang luas segi empat.

Konstruktivisme radikal menganggap pengetahuan sebagai satu alat dalam situasi pengalaman individu dan mengetepikan konsep kebenaran dan hanya membincangkan konsep daya maju (Nik Azis, 2014). Justeru, kajian ini sesuai berlandaskan konstruktivisme radikal bagi membincangkan cara memperoleh pemahaman dari konsep daya maju. Menurut konstruktivisme radikal, terdapat cara tertentu untuk memperoleh pemahaman, iaitu melalui proses organisasi struktur mental individu secara konsisten berdasarkan pengalaman khusus yang dialaminya (von Glasersfeld, 1995). Dengan kata lain, individu yang mengalami pengalaman sendiri mampu membina pengetahuan oleh fikiran rasional mereka yang mana pengetahuan

tersebut melalui organisasi yang konsisten dan berdaya maju dalam struktur kognitif. Proses organisasi juga merupakan tindakan pemikiran seseorang bagi mengintegrasikan himpunan pengetahuan dan idea sedia ada menjadi struktur pengetahuan yang canggih (Nik Azis, 1999a). Justeru, individu membina pengetahuan baharu dan mengubah suai struktur pengetahuan sedia ada melalui proses penglibatan aktif, refleksi, dan abstraksi (Nik Azis, 2014; von Glasersfeld, 1995).

Proses penglibatan aktif membabitkan aktiviti fizikal, mental, dan interaksi sosial yang dilakukan oleh individu dalam konteks pembinaan struktur pengetahuan melibatkan proses tindakan dan operasi yang tertentu (Nik Azis, 1996). Tindakan fizikal seseorang individu merupakan aktiviti motor-deria atau manipulasi bahan konkrit dan persepsi dalam keadaan sedar seperti melihat, menggenggam, dan memegang terhadap sesuatu objek melalui penglibatan yang aktif supaya pengalaman tindakan itu dapat diasimilasikan ke dalam struktur pengetahuan melalui proses refleksi dan pengabstrakan (Nik Azis, 1999a). Refleksi yang dilakukan oleh individu terhadap operasi mentalnya merupakan proses awal dan sumber asas bagi pembentukan struktur pengetahuan tentang sesuatu perkara khususnya berpotensi untuk membina perkaitan di antara prosedur atau idea yang dimilikinya. Malah, refleksi menyebabkan struktur pengetahuan yang dipunyai individu berinteraksi antara satu sama lain (Nik Azis, 1999a).

Satu lagi proses yang penting bagi pembinaan pemahaman seseorang individu ialah abstraksi. Konstruktivisme radikal menjelaskan bahawa abstraksi merupakan proses mengasingkan, memisahkan, mengeluarkan atau merumuskan ciri, hubungan atau struktur tertentu daripada sesuatu realiti yang dialami oleh seseorang individu (Nik Azis, 1999b). Secara umum, von Glasersfeld (1995) menjelaskan aktiviti abstraksi kepada pengabstrakan empirik dan pengabstrakan reflektif yang membabitkan proses

refleksi. Menurut konstruktivisme radikal, pengabstrakan empirik melibatkan pengabstrakan suatu ciri daripada benda yang tertentu daripada pengalaman motor deria (Nik Azis, 1996). Oleh itu, melalui pengabstrakan empirik seseorang individu membina pengetahuan secara langsung daripada benda yang diperhatikan dalam pengalaman fizikal dan akhirnya percontohan yang diabstrakkan itu akan menjadi struktur pengetahuan yang boleh diwakilkan semula sebagai tindakan dalaman tanpa adanya bahan deria dalam persepsi yang sebenar (Nik Azis, 2014). Pengabstrakan reflektif pula merujuk aktiviti yang menggunakan hasil pengabstrakan empirik dan operasi mental murid sebagai bahan mentah untuk membina hubungan seperti persamaan, perbezaan, atau nombor antara benda-benda dalam mana hubungan itu tidak wujud dalam benda yang dilihat, tetapi wujud dalam fikiran seseorang individu yang mampu membinanya (Nik Azis, 1996).

Menurut konstruktivisme radikal, daya maju merupakan suatu penilaian bagi menentukan kualiti pengetahuan yang dibina oleh individu dalam domain pengalamannya (Nik Azis, 1999a). Justeru, keseimbangan deria dan konsepsi dalam menghadapi gangguan adalah asas penilaian bagi pembinaan struktur kognitif yang berkualiti. Dalam hal ini, dua tahap daya maju dan pengalaman pula terlibat. Pertama, keseimbangan deria dicapai pada tahap motor deria melalui pengalaman utilitarian menggunakan pengetahuan figuratif yang dimiliki oleh individu. Kedua, kekoherenan konseptual, iaitu rangkaian struktur konseptual yang koheren secara relatif pula dicapai pada tahap mental atau tahap pengabstrakan reflektif melalui pengalaman menggunakan pengetahuan operatif yang dimiliki oleh individu. Dengan kata lain, sesuatu pengetahuan figuratif, operatif, atau struktur konseptual dianggap berdaya maju selagi ia berguna, mencukupi, dan boleh dipercayai dalam membantu seseorang mencapai matlamat yang

diharapkan (Nik Azis, 2014). Dalam hal ini, tindakan yang dibuat oleh individu dan sejauh mana tindakan itu membantu individu tersebut mencapai matlamat tertentu yang dijangkakan dalam situasi sosial di mana tindakan itu berlaku. Pendek kata, kepentingan dan kebergunaan praktikal serta kebersesuaian dan keharmonian yang dialami merupakan asas bagi individu yang berfikir berupaya membina pengetahuan berkualiti secara berdaya maju.

Seterusnya, salah satu aspek penting yang dimajukan oleh konstruktivisme radikal dalam konsep daya maju ialah tentang idea kesesuaian atau kecocokan (*fitting*) menggantikan konsep padanan (*matching*). Dalam hal tindakan dan cara berfikir seseorang, kecocokan boleh dicapai apabila individu tidak menghadapi sebarang rintangan semasa melalui ruang konseptual tanpa bertembung dengan rintangan tersebut (Nik Azis, 2014). Dengan kata lain, pengetahuan milik seseorang yang sesuai, secocok, serasi, harmoni dalam kekangan realiti yang dialami tidak mengalami pelanggaran dianggap memiliki atau membina pengetahuan yang berkualiti (Nik Azis, 1999a). Dalam situasi ini, struktur kognitif berdaya maju sebaik yang mungkin secara tindakan dan operasi bagi membina dan mengembangkan pengetahuan individu. Jika hasil pembinaan pengetahuan prosedur dan konseptual hilang daya majunya, iaitu tidak mampu lagi mentafsirkan pengalaman baharu, maka individu tersebut pula terdorong untuk membuat pembinaan yang baharu.

Pencapaian kecocokan oleh individu juga membina kecenderungan untuk mengulangi pengalaman yang berdaya maju. Pengulangan pengalaman yang berdaya maju berguna untuk membentuk dan mengekalkan ciri daya maju bagi sesuatu ketetapan atau ketertiban yang dirumuskan dan dicamkan dalam pengalaman persekitaran. Dengan kata lain, pengulangan pengalaman yang berdaya maju merupakan faktor

penting dalam pembentukan atau pengembangan sesuatu realiti (Nik Azis, 1999a). Misalnya, sesetengah pengetahuan yang dimiliki oleh individu dianggap kekal walaupun mengalami pelbagai pengalaman yang berbeza dalam kehidupan. Pengetahuan yang berjaya dibina, digunakan, dan dikekalkan secara relatif dalam diri seseorang itu dianggap berdaya maju yang dapat membantu individu berupaya melepasi kekangan atau ruang pengalaman yang kompleks melalui asimilasi konseptual. Dalam hal ini, pengetahuan yang dihasilkan melalui inferens induktif dan generalisasi dianggap sebagai pengetahuan yang berdaya maju atau berkualiti melalui operasi mental yang digunakan dalam mengatasi gangguan tertentu (Nik Azis, 2014).

Seterusnya, daya maju susunan-kedua (*second-order viability*) juga membantu individu untuk menstabilkan dan mengukuhkan realiti yang dialami oleh individu tersebut. Malah konsep, tindakan, matlamat yang dikongsi dengan individu lain dijadikan tahap intersubjektif yang lebih realistik. Dalam hal ini, pemahaman dengan individu yang lain dalam konteks tertentu dan refleksi yang dilakukan boleh membantu seseorang menjanakan tindakan dan operasi mental yang saling secocok (von Glasersfeld, 2000). Justeru, pembinaan pengetahuan intersubjektif melalui interaksi sosial dianggap menggunakan daya maju susunan-kedua (Steffe & Thompson, 2000a) yang mana hasil interaksi antara individu yang menggunakan pengetahuan tindakan dan operasi masing-masing dalam menjanakan aktiviti secara kolektif dan mentafsirkan tindakan orang lain.

Sebagai kesimpulan, kajian ini berdasarkan konstruktivisme radikal menggunakan definisi pemahaman dari sudut kognitif yang tertutup secara operasi berasaskan daya maju, iaitu pemahaman merujuk keupayaan individu membina

pengetahuan berdaya maju dalam situasi pengalaman yang mana kecocokan boleh dicapai (von Glasersfeld, 1995).

Konsep Luas Segi Empat.

Menurut Clements, Sarama, dan DiBiase (2004), terdapat lima jenis konsep asas tentang ukuran luas segi empat, iaitu pembahagian, keabadian, unit diulang-ulangi, penstrukturan tata susunan unit, dan ukuran linear. Kebanyakan ahli pendidik dan penyelidik matematik berpendapat bahawa konsep luas mengaitkan konsep geometri (Outhred & Mitchelmore, 2000; Wagman, 1975). Menurut Outhred dan Mitchelmore (2000), beberapa perkara yang menjadi asas untuk membina pengetahuan tentang konsep luas ialah melalui pengetahuan tentang ruang dua dimensi melibatkan ciri bentuk seperti bentuk segi empat, segi tiga, kongruen, gerakan geometri, pembahagian, dan penyusunan semula.

Clements, Sarama, dan DiBiase (2004) mentakrifkan pembahagian sebagai tindakan mental seseorang untuk membelah ruang dua dimensi dengan menggunakan unit ukuran dua dimensi. Pengetahuan yang dibina oleh seseorang murid melalui aktiviti pemikiran seperti membahagikan sesuatu rantau kepada bahagian yang kecil dan membilang merupakan hasil tindakan mereka setelah mengalami beberapa perkara seperti meliputi sesuatu rantau dengan unit ukuran dua dimensi yang dipilih, meliputi sesuatu rantau dengan meninggalkan ruang di antara unit, membuat pertindihan unit, dan ketepatan dalam penyusunan unit. Di samping itu, konsep pembahagian sama ditakrifkan sebagai pengetahuan seseorang tentang pembahagian rantau kepada unit luas yang sama saiz. Kebiasaannya, rantau yang dibahagikan kepada unit luas yang sama berbentuk kongruen (Clements & Sarama, 2009).

Konsep keabadian luas pula ditakrifkan sebagai pembahagian sesuatu bentuk kepada beberapa bahagian tertentu dan disusun semula menjadi bentuk yang berbeza daripada asal tetapi luasnya tetap sama (Clements & Sarama, 2009). Bagi Piaget, Inhelder, dan Szeminska (1960), keabadian bermaksud penyusunan semula setiap bahagian sesuatu bentuk dianggap baharu secara kualitatif tetapi luas bahagian bentuk itu tetap tidak berubah dari aspek nilai kuantitatif. Menurut Steffe dan Hirstein (1976), konsep tentang hubungan sebahagian kepada keseluruhan merupakan asas pengetahuan mengenai konsep keabadian. Seseorang murid menerokai konsep keabadian luas dan seterusnya pengetahuan tentang pengukuran melalui aktiviti melipat dan menyusun semula bahagian sesuatu bentuk, memotong dan mengumpul semula, dan meliputi ruang bentuk yang sama (Douady & Perrin, 1986; Stephan & Clements, 2003). Bagi mengetahui pengetahuan seseorang murid tentang konsep keabadian luas, tiga sistem perwakilan yang digunakan, iaitu pengiraan, penglihatan, dan simbol (Kordaki, 2003). Di samping itu, faktor kongruen, pembayangan dikaitkan dengan penaakulan tertentu, dan tanggapan tanpa justifikasi seseorang melibatkan kekurangan pengetahuan kandungan tentang geometri turut menjelaskan idea seseorang murid tentang konsep keabadian dalam luas (Kospentaris, Spyrou, & Lappas, 2011).

Menurut Kellogg (2010), fungsi unit ukuran ialah menghubungkan sesuatu bentuk dan nombor yang digunakan untuk mewakili saiz bentuk itu. Konsep tentang unit ukuran luas pula terbahagi kepada dua perkara, iaitu idea tentang unit luas dan proses unit diulang-ulangi (Nitbach & Lehrer, 1996). Pada umumnya, unit ukuran yang sesuai bagi ukuran luas adalah perkara yang penting. Misalnya, kebanyakan murid menggunakan unit ukuran panjang untuk mengukur kedua-dua sisi panjang dan lebar segi empat untuk mencari luas. Murid dianggap mempunyai pemahaman tentang luas,

sekiranya mereka mengetahui bahawa prosedur pengiraan luas, iaitu pendaraban ukuran panjang dan lebar adalah sama dengan aktiviti membahagi bentuk segi empat kepada beberapa bahagian unit persegi yang sama saiz dan membilang. Menurut Clements, Sarama, dan DiBiase (2004), murid kerap memilih unit ukuran yang mempunyai bentuk yang serupa untuk meliputi sesuatu rantau. Penggunaan unit ukuran yang konsisten memudahkan murid mengukur panjang atau luas sesuatu objek (Nunes, Light, & Mason, 1993). Idea lain tentang unit luas ialah hubungan songsang antara saiz unit dan bilangan unit dalam sesuatu ukuran. Jika saiz unit bertambah besar maka bilangan unit yang digunakan adalah berkurangan (Grant & Kline, 2003).

Seterusnya, proses unit diulang-ulangi merupakan idea utama dan menyatukan ukuran kuantiti (Outhred & Mitchelmore, 2000) dan konsep ini dibina apabila seseorang murid meliputi sesuatu rantau dengan unit ukuran tertentu (Stephan & Clements, 2003). Clements dan Sarama (2009) mentakrifkan unit diulang-ulangi sebagai pemikiran seseorang murid tentang penggunaan satu unit ukuran panjang atau luas daripada atribut yang diukur disusun secara berulang. Dalam proses unit diulang-ulangi, kuantiti unit terjejas jika membiarkan ruang di antara unit yang disusun dan berlaku pertindihan unit ukuran. Di samping itu, proses membilang dan menentukan kuantiti unit tidak semestinya mewakili unit yang sesuai diulang-ulangi (Battista, 2007).

Battista (2007) pula memberi pengertian terhadap konsep unit diulang-ulangi dari sudut kognitif yang mana empat tahap proses abstraksi unit diulang-ulangi terlibat dalam konteks ukuran panjang, luas, dan isi padu. Bagi Battista, tahap satu ialah unit diulang-ulangi tidak ada koordinasi dan mempunyai ruang antara unit, pertindihan unit, dan saiz unit yang tidak sama. Dalam tahap kedua, seseorang murid telah melakukan proses unit diulang-ulangi dengan koordinasi yang bermakna. Dalam tahap ketiga pula,

seseorang murid dianggap mempunyai perkembangan model mental tentang penstrukturan unit diulang-ulangi. Oleh itu, murid dianggap boleh melihat unit tertentu dan perkaitannya dengan urutan unit diulang-ulangi, memahami lokasi bagi sesuatu unit tertentu, menstrukturkan unit diulang-ulangi kepada unit komposit, dan menjalin hubungan sebahagian kepada keseluruhan antara unit diulang-ulangi dengan keseluruhan melalui penyusunan semula keseluruhan kepada urutan unit diulang-ulangi. Tahap keempat adalah tentang ukuran berasaskan hasil pengiraan dianggap sebagai simbol. Misalnya, nombor bertindak sebagai simbol dalam proses pengiraan unit diulang-ulangi tanpa kesedaran.

Menurut Outhred dan Mitchelmore (2000), proses unit diulang-ulangi dan konsep penstrukturan tata susunan unit adalah berkaitan. Malah konsep ruang dua dimensi mempunyai hubungan dengan konsep penstrukturan unit (Outhred & Mitchelmore, 2004). Salah satu cara seseorang murid membina tata susunan unit adalah melalui aktiviti meliputi ruang dua dimensi berbentuk segi empat dengan unit ukuran tertentu secara berulang-ulang dan membilang (Stephan & Clements, 2003). Menurut Battista (2007), terdapat lima proses kognitif dalam tata susunan unit luas dan unit isi padu, iaitu abstraksi, membina dan menggunakan model mental, penstrukturan ruang, melokasikan unit, dan organisasi melalui komposit. Menurut beliau, aktiviti membilang tata susunan unit persegi berbentuk dua dimensi dan unit kubus berbentuk tiga dimensi oleh seseorang murid adalah berasaskan lima proses kognitif tersebut dan digabungkan supaya pembentukan suatu model umum untuk ukuran luas dan isi padu diperoleh.

Battista (2004) mentakrifkan abstraksi sebagai proses mengasingkan item tertentu daripada pengalaman yang dilalui dan diwakilkan semula sebagai benda internalisasi tanpa input persepsi. Bagi Battista, model mental terdiri daripada gabungan

set abstraksi dan diaktifkan untuk visualisasi, memahami, dan menaakul tentang sesuatu situasi di dalam tindakan atau pemikiran. Abstraksi yang dibina langsung oleh seseorang individu tentang sesuatu ciri daripada sesuatu benda digunakan dalam proses penstrukturan ruang. Misalnya, seseorang murid membilang tata susunan unit persegi dan unit kubus secara bermakna, sekiranya mereka telah melalui proses abstraksi dan memperkembangkan struktur model mental mereka agar mengorganisasikan dan melokasikan unit persegi atau unit kubus secara betul.

Proses melokasikan unit merupakan tindakan seseorang individu melokasikan sesuatu unit persegi dan unit kubus dalam tata susunan berbentuk segi empat dengan cara mengkoordinasi lokasi bagi binaan unit secara tata susunan (Battista, 2007). Proses mengorganisasikan melalui komposit ialah tindakan seseorang murid menggabungkan unit persegi atau unit kubus melalui proses unit diulang-ulangi dan membentuk unit komposit yang kompleks serta menghasilkan keseluruhan tata susunan unit. Misalnya, murid melalui operasi mental menyatukan setiap unit persegi dalam baris pertama dan membina unit komposit dalam tata susunan dua dimensi. Seterusnya, unit persegi diulang-ulangi secara lajur bagi setiap baris dan membina tata susunan unit secara lengkap (Battista, 2007).

Pada umumnya, kebanyakan kajian lepas menunjukkan bahawa konsep ukuran panjang sangat berkaitan dengan ukuran luas (Clements, Sarama, & DiBiase, 2004). Misalnya, hasil kajian Outhred dan Mitchelmore (2000) menunjukkan bahawa bilangan unit persegi dalam baris dan lajur bagi sesuatu segi empat adalah berkaitan dengan ukuran panjang sisi segi empat itu. Ma (1999) pula memberi penjelasan tentang perubahan ukuran luas sesuatu bentuk apabila perimeter bentuk itu berubah. Umpamanya, menambah perimeter bagi sesuatu bentuk segi empat mungkin

menyebabkan luasnya turut bertambah, berkurang, atau tidak berubah. Di samping itu, beberapa konsep ukuran panjang seperti pembahagian, unit diulang-ulangi, dan keabadian mempunyai tindakan fizikal dan mental yang hampir serupa dengan konsep ukuran luas. Misalnya, idea untuk membahagi sesuatu objek panjang atau objek berbentuk dua dimensi kepada saiz unit yang sama secara tindakan fizikal berlaku setelah seseorang murid berfikir sedemikian (Stephan & Clements, 2003). Seterusnya, proses unit diulang-ulangi ditakrifkan sebagai aktiviti pemikiran menyusun secara berulang-ulang satu bahagian panjang di sepanjang dimensi objek yang diukur (Kamii & Clark, 1997). Selain itu, konsep keabadian ukuran panjang diertikan sebagai pergerakan dua objek yang sama panjang ke arah yang berlainan masih mengekalkan ukuran panjangnya (Stephan & Clements, 2003).

Pelbagai definisi luas. Beberapa definisi bagi luas juga dijelaskan oleh beberapa orang pengkaji matematik dalam konteks yang berbeza (Alexander & Koeberlein, 2015; Ball, 1988; Bello, Kaul, & Britton, 2014; Bennett & Nelson, 2001; Billstein, Liberskind, & Lott, 2006; Fierro, 2013; Haylock, 2006; Hirstein, Lamb, & Osborne, 1978; Lang & Murrow, 1988; Long & DeTemple, 2003; Maher & Beattys, 1986; Martin & Strutchens, 2000; Rickard, 1996; Suggate, Davis, & Goulding, 1999; Van de Walle, 2004). Hirstein et al. dan Maher dan Beattys mendefinisikan luas sebagai kawasan di dalam rajah. Manakala, Suggate et al. pula mendefinisikan luas sebagai sejumlah permukaan, sedangkan Lang dan Murrow menyatakan luas sebagai sejumlah permukaan yang ditutupi oleh suatu garisan lengkok pada permukaan tersebut. Haylock dan Van de Walle pula memberi definisi luas segi empat sebagai hasil pendaraban antara dua panjang sisi. Selanjutnya, Fierro pula mendefinisikan luas sebagai pengukuran sejumlah ruang dua dimensi dalam sempadan. Manakala, luas didefinisikan sebagai

bilangan unit yang diperlukan untuk menutup permukaan (Bennett & Nelson, 2001; Long & DeTemple, 2003). Ball, Rickard, serta Martin dan Strutchens menjelaskan bahawa luas sebagai bilangan unit persegi yang perlu diambil untuk menutup suatu ruang. Alexander dan Koeberlein memberikan definisi bagi pengukuran luas sebagai bilangan unit segi empat sama yang disusun secara bersebelahan dalam permukaan tertutup. Bello et al. pula mendefinisikan luas sebagai bilangan segi empat sisi sama yang menutupi semua kawasan rata dalam sesuatu rajah. Menurut Bello et al. unit ukuran luas yang digunakan ialah unit persegi, iaitu cm^2 . Dalam kajian ini definisi luas yang dikemukakan oleh Bello et al. digunakan atas alasan ia bersesuaian dengan topik luas dalam huraian sukatan mata pelajaran matematik bagi Tahun Lima dalam konteks kurikulum di Malaysia dan sesuai bagi situasi dalam kajian ini untuk mengenal pasti pemahaman murid tentang luas segi empat.

Kajian Tentang Luas Segi Empat.

Kajian tentang luas segi empat ini membincangkan beberapa kajian relevan membincangkan aspek seperti metodologi, instrumen, soalan kajian, kaedah pensampelan, dan hasil kajian yang berkaitan dengan perkara tertentu yang membabitkan luas segi empat, di samping perimeter segi empat, dan isi padu kuboid. Kajian relevan ini dikumpulkan di bawah tema tertentu seperti perspektif dewasa dan perspektif murid. Perspektif dewasa pula membabitkan beberapa subtema yang melibatkan pemahaman orang dewasa tentang luas segi empat; amalan pengajaran dan pembelajaran tentang luas segi empat, keberkesanan pengajaran luas segi empat. Seterusnya, perspektif murid pula mengandungi subtema membabitkan pemahaman murid tentang luas segi empat.

Perspektif Dewasa

Pemahaman orang dewasa tentang luas segi empat. Pemahaman orang dewasa tentang luas segi empat menunjukkan pengetahuan yang dipunyai oleh mereka tentang geometri dan pengukuran. Kajian yang dibuat terhadap orang dewasa tentang luas, perimeter, dan isi padu boleh memberi beberapa maklumat tentang pengetahuan, idea, strategi, prosedur yang digunakan oleh mereka dalam aspek pengukuran bentuk dan ruang. Lanjutan itu, beberapa kajian sekitar tahun 1990an, khususnya yang berkaitan pemahaman dalam kalangan guru matematik tentang perimeter, luas, dan isi padu telah dikenal pasti (Baturo & Nason, 1996; Menon, 1998; Reinke, 1997; Rickard, 1996; Simon & Blume, 1994). Misalnya, kajian Simon dan Blume mengenal pasti pemahaman guru pelatih tentang perkaitan pendaraban dalam topik luas. Sehubungan itu, 26 guru pelatih diberi beberapa segi empat untuk menentukan bilangan segi empat yang boleh disusun pada permukaan atas sebuah meja.

Hasil kajian menunjukkan bahawa guru pelatih menjelaskan mereka memperoleh jawapan yang tepat hasil daripada penggunaan formula pendaraban panjang dengan lebar. Kesimpulan daripada kajian Simon dan Blume menunjukkan guru pelatih cenderung menghafal rumus luas segi empat dan tidak mempunyai pengetahuan yang jelas tentang konsep pendaraban melibatkan ukuran panjang dan lebar bagi sesuatu segi empat. Temu duga yang dijalankan terhadap guru pelatih oleh Baturo dan Nason (1996) juga memperoleh hasil kajian yang hampir sama dengan kajian Simon dan Blume (1994) dalam mana pengetahuan kandungan guru pelatih dalam luas segi empat amat rendah sekali dan mereka kurang berupaya membantu murid mereka dalam memahami konsep dan prosedur melibatkan pengukuran luas.

Seterusnya, kajian Menon (1998) turut mendapati bahawa 58 orang guru pelatih yang diberi tugas menyelesaikan masalah perimeter, hanya 11% daripada mereka mengetahui perimeter segi empat dapat diperoleh melalui hasil tambah empat panjang sisi segi empat tersebut. Namun, kebanyakan guru pelatih menganggap bahawa tanpa diberi ukuran panjang empat sisi segi empat, maka sukar untuk menentukan perimeter rajah segi empat tersebut. Pengetahuan konseptual guru pelatih tentang luas segi empat juga didapati lemah disebabkan mereka berkecenderungan menggunakan angka pada rajah segi empat untuk mencari luas daripada kaedah melukis unit persegi atau menindihkan permukaan segi empat dengan unit persegi. Reinke (1997) dalam kajian pemahaman guru pelatih tentang perimeter dan luas, satu tugas bagi menentukan perimeter dan luas rajah segi empat yang mempunyai kawasan berlorek dan semi bulatan tidak berlorek dalam ruang rajah tersebut diberikan. Hasil kajian Reinke mendapati kebanyakan guru pelatih gagal mencari perimeter dan luas dengan menggunakan strategi mengabaikan semi bulatan rajah segi empat tersebut.

Latt (2007) menjalankan kajian pemahaman guru terlatih tentang perimeter, luas, perkaitan antara perimeter dengan luas, serta isi padu. Kajian Latt mempunyai tiga objektif, iaitu mengenal pasti tahap pemahaman guru pelatih tentang perimeter, luas, dan isi padu; mengenal pasti perbezaan tahap pemahaman antara kumpulan guru pelatih; dan mengenal pasti penaaakulan yang digunakan oleh guru pelatih apabila menjawab ujian bertulis. Kajian Latt menggunakan pensampelan mudah bagi memilih 110 orang guru pelatih yang mengikuti program pendidikan di sebuah Universiti. Semua guru pelatih menjawab ujian bertulis dan enam orang guru pelatih ditemu duga berkaitan ujian bertulis yang telah ditadbirkan. Rakaman video turut digunakan untuk merakam temu duga yang dijalankan. Data yang dikumpulkan melalui ujian bertulis telah dianalisis

menggunakan statistik deskriptif, manakala data yang diperoleh melalui temu duga dianalisis mengikut tiga jenis pemahaman, iaitu ‘tahap tidak menunjukkan pemahaman’, ‘tahap prosedur’, dan ‘tahap konseptual’.

Hasil kajian Latt menunjukkan bahawa bagi mencari perimeter kawasan tidak berlorek rajah segi empat tepat yang mempunyai bahagian berlorek berbentuk segi tiga, kebanyakan guru pelatih mempunyai pemahaman konseptual apabila mencari perimeter rajah segi empat tersebut. Kesukaran yang dikenal pasti dalam kalangan guru pelatih dalam mencari perimeter rajah segi empat ialah seperti; (a) menambah empat panjang sisi rajah segi empat, kemudian hasil tambah tersebut menolak nilai ukuran luas segi tiga berlorek. Kedua, menambah panjang empat sisi rajah segi empat tepat, kemudian hasil tambah tersebut menolak panjang dan lebar segi tiga tetapi tidak menambah panjang sisi sendeng segi tiga. Ketiga, menambah empat panjang sisi rajah segi empat tepat tetapi tidak menolak panjang sisi segi tiga. Selain itu, terdapat guru pelatih menggunakan rumus luas, iaitu panjang darab lebar untuk mencari perimeter rajah segi empat tepat.

Bagi soalan mencari luas rajah segi empat tepat dengan menggunakan unit persegi secara gambaran mental, 95% orang guru pelatih dianggap mempunyai pengetahuan konseptual dalam menentukan luas. Manakala 64% orang guru pelatih sahaja menggunakan gambaran mental dengan betul untuk menentukan bilangan unit persegi yang memenuhi ruang dalam segi empat tepat. Bagi soalan perkaitan antara perimeter dengan luas, didapati 86% guru pelatih menggunakan pemahaman prosedur untuk menyelesaikan soalan tersebut. Bagi soalan mencari isi padu kuboid, 73% guru pelatih menunjukkan pemahaman konseptual, manakala 24% pula menunjukkan pemahaman prosedur. Kesukaran yang dikenal pasti dalam mencari isi padu kuboid (Battista & Clements, 1996, 1998) adalah seperti; (a) tertinggal dalam pembilangan

kubus pada gambar rajah kuboid, (b) membilang bilangan permukaan segi empat pada permukaan kubus daripada membilang kubus, (c) membilang satu kubus sebanyak dua kali, (d) hanya 56% guru pelatih menggunakan gambaran mental untuk membilang kubus yang boleh memenuhi ruang dalam kuboid.

Satu kajian kes berlandaskan kognitivisme dijalankan oleh Wun (2010) terhadap lapan guru pelatih sekolah menengah yang mengikuti program pendidikan matematik di sebuah Universiti tempatan untuk mengenal pasti pengetahuan isi kandungan mereka tentang perimeter dan luas. Sehubungan itu, kajian Wun bertumpu kepada mengenalpasti lima jenis pengetahuan, iaitu pengetahuan prosedur, pengetahuan linguistik, pengetahuan strategik, pengetahuan etika yang dipunyai oleh mereka. Pengkaji menggunakan beberapa teknik untuk mengumpul data kajian, iaitu temu duga klinikal, rakaman audio dan video, lukisan dan nota responden, serta nota lapangan pengkaji. Data dianalisis menggunakan empat proses membabitkan transkripsi kepada penulisan protokol daripada rakaman video dan audio, protokol ditulis mengikut tema dan kategori yang menjelaskan pengetahuan responden tentang rumus luas, analisis merentas kes, dan rumusan dibuat berdasarkan pola pengetahuan guru pelatih tentang rumus luas.

Pada umumnya, hasil kajian Wun menunjukkan bahawa guru pelatih kekurangan pengetahuan kandungan tentang rumus bagi segi empat tepat. Di samping itu, kebanyakan guru pelatih tidak mengetahui bahawa tiada hubungan terus antara perimeter dengan luas, malah semua mereka tidak dapat menerbitkan rumus bagi luas segi empat tepat. Namun begitu, enam dari pada lapan guru pelatih tersebut mengetahui unit luas diterbitkan daripada unit linear berasaskan kuasa dua. Selain itu, semua guru pelatih dapat memahami unit ukuran linear digunakan untuk pengukuran perimeter dan

unit persegi digunakan bagi pengukuran luas. Seterusnya, dapatan kajian Wun juga menunjukkan bahawa semua guru pelatih menghafal rumus luas segi empat tanpa mengetahui pembentukan rumus luas tersebut (Wun, Sharifah Norul Akmar, & Lim, 2010). Mereka menganggap ukuran panjang darab lebar menghasilkan ukuran luas segi empat. Lima daripada guru pelatih mengetahui perkaitan antara rumus luas segi empat dengan segi empat selari. Misalnya, mereka memindahkan segi tiga di sebelah kiri bentuk segi empat selari ke sebelah kanan bentuk tersebut untuk membentuk segi empat tepat dan menggunakan idea pendaraban antara panjang dengan lebar untuk menghasilkan ukuran luas. Bagi pembentukan rumus segi tiga, dua orang guru pelatih sahaja menjelaskan bahawa luas segi tiga adalah separuh daripada ukuran luas segi empat. Bagi pembentukan rumus trapezium pula, hanya tiga guru pelatih mengetahui rumus luas trapezium mempunyai kaitan dengan rumus luas segi empat dan segi tiga. Pengkaji merumuskan bahawa semua guru pelatih mempunyai kekurangan pengetahuan konseptual tentang rumus luas segi empat.

Pemahaman tentang konsep isi padu juga dikaji berlandaskan kognitivisme dalam kalangan guru pelatih di Universiti negara luar seperti *Amerika* dan *Turkey* (Zembat, 2010). Dua belas guru pelatih dari kedua-dua negara tersebut ditemu duga seorang demi seorang untuk mengenal pasti gambaran mental mereka tentang konsep isi padu dan definisi isi padu silinder. Temu duga berfikir nyaring (*think-aloud interview*) dan soalan semi-struktur digunakan oleh pengkaji untuk selama sejam bagi setiap responden dalam sesi temu duga tersebut. Pengkaji membahagikan definisi konsep yang dipaparkan oleh responden kepada definisi konsep peribadi dan definisi konsep formal. Hasil kajian mendapati guru pelatih menghadapi kesukaran untuk melakukan koordinasi antara definisi konsep, gambaran konsep, dan definisi konsep isi padu. Misalnya,

seorang guru pelatih memberikan definisi konsep peribadinya tentang isi padu sebagai pendaraban antara ukuran panjang, lebar, dan tinggi serta jumlah ruang yang diisi oleh sesuatu objek, namun konsep isi padu yang dijelaskan oleh responden itu tidak membantunya dalam menentukan isi padu silinder. Dalam hal ini, guru pelatih tersebut menganggap bahawa garis lengkok tapak silinder yang berbentuk bulatan sebagai ukuran panjang, dan ukuran tinggi silinder sebagai tinggi dan lebar silinder tersebut.

Seterusnya, Kospentaris, Spyrou, dan Lappas (2011) telah menjalankan kajian untuk meneroka strategi bagi 50 orang pelajar dewasa melibatkan pelajar Gred 12 dan pelajar Universiti dalam aliran matematik yang dipilih dari sebuah sekolah menengah tinggi dan Universiti di *Athens* dalam menyelesaikan enam soalan berkaitan konsep keabadian luas. Dua puluh satu daripada pelajar dewasa ini ditemu duga selepas menduduki ujian bertulis yang ditadbirkan semasa pengajaran geometri dalam bilik kuliah. Dalam kajian ini, sebanyak enam soalan berkaitan luas digunakan. Terdapat empat persoalan kajian, iaitu (a) strategi yang digunakan oleh pelajar untuk menyelesaikan soalan luas berkaitan dengan konsep keabadian luas, (b) masalah yang dihadapi dalam strategi yang digunakan oleh pelajar berbanding dengan prosedur formal geometri, (c) peranan visualisasi dalam pemilihan strategi, dan (d) peranan visualisasi dalam penggunaan strategi. Antara soalan yang dikemukakan kepada pelajar dalam sesi temu duga, soalan kelima adalah untuk membandingkan suatu rajah segi empat dengan kawasan berlorek yang diberi dengan suatu senarai rajah segi empat yang mempunyai kawasan berlorek yang berbeza, kemudian memilih rajah yang mempunyai kawasan berlorek yang menyamai rajah yang ditunjukkan. Manakala, soalan keenam pula tentang suatu rajah yang mengandungi bahagian lengkok hiperbola dan di bawah lengkok tersebut pula mengandungi dua buah segi empat yang berlainan bentuk, kemudian

menentukan antara bentuk segi empat yang mempunyai keluasan terbesar. Hasil kajian menunjukkan bahawa bagi soalan kelima, peratus pelajar dewasa menggunakan strategi deduktif, perbandingan, pemerhatian, atau visualisasi untuk menentukan kawasan berlorek antara rajah segi empat yang mengandungi luas yang sama. Bagi soalan keenam pula, pelajar dewasa menggunakan strategi anggaran visualisasi (25%), salin dan tampal (20%), hubungan $y = a/x$ (2%), dan salah penaakulan deduktif (10%). Dalam temu duga, kebanyakan pelajar dewasa menggunakan strategi bentuk kongruen bagi menentukan persamaan antara luas bagi rajah yang mengandungi kawasan berlorek. Manakala murid yang menggunakan strategi hubungan panjang tapak kepada tinggi bagi hiperbola dapat menentukan luas terbesar bagi segi empat di bawah lengkung hiperbola.

Kajian Livy, Muir, dan Maher (2012) pula mengenal pasti pemahaman tiga kumpulan guru pelatih tentang konsep luas dan perimeter. Kaedah kuantitatif dan kualitatif digunakan untuk menganalisis data yang dikumpul melalui respons yang diterima daripada tujuh belas guru pelatih daripada Universiti A dalam pengetahuan kandungan matematik berkaitan perimeter dan luas. Seramai 222 orang guru pelatih dari universiti B pula turut dipilih sebagai sampel yang menjalankan ujian bertulis yang berkaitan topik luas dan perimeter. Seterusnya, tujuh guru pelatih yang lain daripada kalangan guru pelatih daripada Universiti B juga dipilih untuk dijalankan temu duga secara satu kepada satu untuk mengumpul data yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahawa tujuh belas guru pelatih dari Universiti A memberi respons yang berbeza tentang definisi perimeter dan luas semasa temu duga dijalankan. Bagi definisi perimeter segi empat, antara respons yang dikemukakan oleh guru pelatih adalah seperti berikut: (a) panjang darab lebar, (b) kawasan luar daripada segi empat, (c) menambah panjang dengan lebar, dan (d) jarak sekeliling segi empat. Bagi definisi luas segi empat, antara

respons yang diberikan oleh guru pelatih adalah seperti berikut: (a) menambah panjang dengan lebar, (b) kawasan di dalam segi empat, (c) panjang darab lebar, dan (d) jumlah kawasan dalam segi empat.

Keputusan ujian bertulis pula menunjukkan bahawa 159 (72.00%) daripada 222 guru pelatih Universiti *B* menganggap bahawa jika perimeter segi empat bertambah maka luas pun bertambah. Hasil temu duga pula menunjukkan tujuh guru pelatih Universiti *B* menganggap formula, operasi tambah, operasi darab, atau operasi tambah dan darab yang menentukan ukuran panjang dan lebar sesuatu segi empat. Misalnya, lima orang guru pelatih menggunakan operasi tambah untuk menentukan ukuran lebar segi empat, iaitu mereka hanya membandingkan hasil tambah ukuran panjang dan lebar bagi segi empat yang diberikan. Menurut Livy et al. guru pelatih menunjukkan pengetahuan prosedur tentang perimeter dan luas dan kurang pemahaman konseptual tentang perkaitan antara perimeter dan luas.

Seterusnya, kajian Tossavainen, Suomalainen, & Mäkäläinen (2017) telah mengenal pasti pemahaman 82 guru pelatih daripada sekolah rendah dan menengah rendah di Finnish, Finland tentang definisi konsep luas yang dipunyai dan bagaimana jenis definisi tersebut berkaitan dengan keupayaan setiap guru pelatih menyelesaikan tujuh tugas berhubungkait antara panjang, luas, dan isi padu. Kajian ini menggunakan teori definisi konsep yang dimajukan oleh Tall dan Vinner (1981). Hubungan di antara pemahaman tentang definisi luas oleh guru pelatih dengan kejayaan mereka menyelesaikan masalah berkaitan luas dianalisis menggunakan korelasi *Spearman*. Manakala definisi luas dalam bentuk teks pula dianalisis kandungan menggunakan statistik deskriptif dan *post hoc tests of one-way analysis of variance* (ANOVA).

Hasil kajian ini menunjukkan bahawa definisi konsep tentang luas yang diberikan oleh 82 guru pelatih dikategorikan kepada lima jenis, iaitu ukuran bentuk dua dimensi 6 (7.3%), saiz bentuk 26 (31.7%), saiz bagi bentuk tertutup 20 (24.4%), saiz berasaskan formula menggunakan panjang dan lebar 22 (26.8%), dan menutup permukaan dengan nombor 8 (9.8%). Salah satu rumusan kajian menunjukkan bahawa kebanyakan guru pelatih dari sekolah rendah (30.00%) mendefinisikan luas berasaskan formula berbanding dengan guru pelatih dari sekolah menengah. Kedua, kebanyakan guru pelatih mengaitkan luas dengan bentuk tertutup atau tidak dapat membezakan konsep luas dengan jelas daripada rumus luas bagi bulatan, segi empat atau bentuk sekata yang lain. Ketiga, kebanyakan guru pelatih menganggap luas permukaan dan isi padu kubus ditentukan melalui panjang sisi kubus tersebut. Di samping itu, 17 guru pelatih menyatakan pengurangan isi padu kubus berkadar terus dengan pengurangan luas permukaan kubus. Secara perbandingan, guru pelatih menengah rendah menunjukkan kemahiran mengukur luas segi empat lebih baik daripada guru pelatih sekolah rendah. Secara keseluruhan, Korelasi Spearman menunjukkan bahawa tiada perbezaan yang signifikan antara konsep definisi yang dinyatakan oleh guru pelatih dengan skor yang dicapai oleh mereka dalam menyelesaikan tugas yang diberikan.

Sebagai kesimpulan, kajian yang dijalankan oleh Baturo dan Nason (1996), Menon (1998), Reinke (1997), Rickard (1996), Simon dan Blume (1994), dan Latt (2007) bertumpu kepada pengetahuan konseptual dan prosedur yang digunakan oleh orang dewasa dalam menyelesaikan masalah berkaitan perimeter, luas, dan isi padu. Seterusnya, Kospentaris, Spyrou, dan Lappas (2011), Livy, Muir, dan Maher (2012), Wun (2010), Wun, Sharifah Norul Akmar, dan Lim (2010), Zembat (2010) menunjukkan bahawa terdapat beberapa maklumat tentang pengetahuan, strategi, cara

pengiraan menggunakan prosedur tertentu berkaitan ukuran perimeter, luas, dan isi padu. Kajian Wun (2010) dan Wun, Sharifah Norul Akmar, dan Lim (2010) sebagai kajian tempatan dapat menjawab beberapa persoalan kajian tentang jenis pengetahuan yang dipunyai oleh orang dewasa tentang perimeter dan luas berlandaskan kognitivisme. Malah, kajian Livy, Muir, dan Maher (2012) dan Zambat (2010) pula masing-masing menjelaskan pengetahuan yang dominan dalam kalangan orang dewasa tentang perimeter, luas, dan isi padu. Kajian Kospentaris, Spyrou, dan Lappas (2011) pula telah menjelaskan persoalan tentang strategi yang digunakan oleh pelajar dewasa apabila menghadapi masalah berkaitan luas segi empat khususnya dalam konsep keabadian luas. Kajian Tossavainen, Suomalainen, & Mäkäläinen (2017) bertumpu kepada pemahaman orang dewasa tentang luas dan perkaitannya dengan panjang, perimeter, dan isi padu. Walaupun kajian tersebut, pada asasnya menjawab beberapa persoalan yang penting tentang pemahaman yang dimiliki oleh orang dewasa tentang perimeter, luas, dan isi padu dari perspektif orang dewasa, namun masih belum menjawab persoalan tentang “apakah pemahaman yang dimiliki oleh murid sekolah rendah tentang perimeter, luas, dan isi padu?”, dan “bagaimanakah murid sekolah rendah menggunakan pengetahuan mereka tentang luas segi empat apabila menyelesaikan masalah yang membabitkan luas segi empat?” berasaskan konstruktivisme radikal dari perspektif murid sendiri.

Amalan pengajaran dan pembelajaran luas segi empat. Terdapat beberapa orang guru menggunakan pendekatan pengajaran yang berbeza seperti penggunaan model meter persegi, soalan penyelesaian masalah, *pentamino*, dan beberapa bahan manipulasi untuk mengajar luas segi empat dan perkaitan di antara ukuran perimeter dan luas dalam konteks kehidupan seharian (Ferrer, Hunter, Irwin, Sheldon, Thompson, & Visto-Yu, 2001). Di samping itu, aktiviti refleksi dan perbincangan yang dilakukan oleh

murid dengan bimbingan guru tentang apa yang telah mereka belajar juga dianggap dapat membantu murid mengenal pasti saling hubungan tidak tetap di antara ukuran perimeter dengan luas.

Menurut Cass, Cates, Smith, dan Jackson (2003), pendekatan pengajaran berpusatkan bahan manipulasi boleh mengukuhkan kemahiran penyelesaian masalah berkaitan dengan luas dan perimeter bagi suatu tempoh tertentu. Dalam kajiannya itu, tiga orang murid dari Gred 7, Gred 9, dan Gred 10 telah diberi bimbingan untuk menjalankan kemahiran manipulasi dan latihan tentang ukuran luas. Hasil kajian menunjukkan bahawa murid telah mengukuhkan kemahiran menyelesaikan masalah berkaitan luas dan perimeter dengan menggunakan kertas dan pensel setelah mereka mendapat latihan kemahiran menggunakan papan geometri.

Moyer (2001) pula menggunakan sebuah buku cerita sebagai bahan pengajaran yang utama untuk membantu murid meneroka perbezaan di antara konsep perimeter dengan luas. Dalam pengajaran yang dijalankan, konsep bentuk yang mempunyai luas yang sama tetapi perimeter berbeza telah diajar kepada murid Gred 4 dengan menggunakan bahan konkrit dan bergambar. Misalnya, murid dapat menentukan luas dengan membilang bilangan jubin berwarna yang meliputi bentuk tak sekata. Manakala, perimeter ditentukan dengan mengira jumlah sisi jubin berwarna yang meliputi bahagian luar bentuk tak sekata. Dalam konteks yang sama, murid juga dibimbing untuk melukis bentuk inci persegi dengan menggunakan pembaris dan membilang jumlah inci persegi yang meliputi seluruh kawasan poligon tak sekata. Bagi kes perbandingan antara unit panjang dan unit persegi pula, murid dibimbing untuk menggunakan idea lukisan gambar bagi bentuk yang berbeza dengan menggunakan bilangan jubin berwarna yang sama.

Wiest (2005) juga menggunakan jubin berwarna untuk mengajar perkaitan antara konsep perimeter dan luas. Tujuan utama pengajarannya adalah untuk membimbing murid Gred 4 hingga Gred 6 menggunakan jubin berwarna untuk membentuk beberapa segi empat dengan perimeter tetap dan mencari luas dengan mendarab sisi panjang dan lebar. Beliau menjelaskan bahawa sebilangan murid dapat mengetahui saling hubungan antara perimeter dan luas. Misalnya, murid dapat menjelaskan bahawa ukuran lebar bertambah besar apabila setiap unit panjang dikurangkan dan luas semakin besar apabila kurangnya perbezaan antara ukuran panjang dan lebar segi empat. Selain itu, guru mengutamakan penggunaan kertas graf oleh murid untuk melukis beberapa bentuk segi empat yang mempunyai perimeter yang sama. Misalnya, murid dibimbing untuk membentuk sebuah lukisan segi empat yang berukuran 7x7 meter daripada panjang 28 meter sebagai rumah peliharaan binatang kesayangannya yang mempunyai luas kawasan terbesar.

Menurut Casa, Spinelli, dan Gavin (2006), dalam kajian mereka di bawah projek “Mentoring Mathematical Minds” yang dijalankan secara kajian kes melalui kaedah pengumpulan data secara pemerhatian bilik darjah mendapati bahawa strategi menganggar luas bentuk tak sekata dibimbing oleh guru melalui aktiviti pembelajaran. Misalnya, murid dalam Gred 3 menyelesaikan masalah menganggar luas berbentuk “telur goreng” dengan menggunakan kertas grid berpetak segi empat sama. Manakala, anggaran luas berbentuk “tangan” pula digunakan atas kertas grid berskala inci persegi. Di samping itu, strategi murid yang dianggap kurang berjaya adalah murid membilang kesemua unit persegi dalam bentuk tak sekata tetapi mengabaikan kebanyakan unit separa persegi yang meliputi bentuk tersebut dan menganggar kesemua gabungan bagi setiap dua bentuk unit separa persegi sebagai seunit persegi. Dalam konteks

menganggarkan luas bentuk tak sekata, terdapat kumpulan murid yang menggunakan strategi menolak jumlah unit persegi dan unit separa persegi di luar lakaran bentuk tak sekata daripada jumlah unit persegi dalam kertas grid berbentuk segi empat.

Muir (2007) pula menggunakan kertas grid berskala ukuran formal dalam menjalankan urutan pengajaran luas untuk mengembangkan konsep luas terhadap murid Gred 3 dan Gred 4. Dalam pengajaran yang dijalankan, murid dibimbing untuk melakar bentuk “tapak sulaiman” yang membesar kepada saiz yang berbeza dan membandingkan luasnya tanpa mengira unit persegi. Dalam urutan pengajaran yang kedua, unit ukuran tak formal seperti jubin, kadbod, kacang, tapak tangan digunakan untuk membilang bilangan yang meliputi bentuk tak sekata itu. Seterusnya, urutan pengajaran yang ketiga telah menggunakan unit ukuran formal, iaitu unit persegi dalam kertas grid untuk di bilang jumlahnya yang meliputi bentuk tak sekata. Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa murid mewarnakan semua unit separa persegi yang sepadan supaya boleh digabungkan dengan mudah. Muir juga mencadangkan bahawa pengajaran luas boleh melibatkan ukuran dan anggaran, menggunakan pelbagai unit ukuran untuk mengukur pelbagai objek, pengalaman murid mengukur luas dikaitkan dengan kehidupan harian, dan penggunaan rumus luas diajar selepas pengenalan kepada konsep luas.

Seterusnya, terdapat beberapa kajian tempatan yang memberi tumpuan kepada pembinaan perisian pembelajaran dan pengajaran bagi topik luas dan perimeter (Idris & Anis, 2011; Nor Afizah, 2009). Misalnya, Idris dan Anis (2011) membangunkan satu perisian Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK) berasaskan model pengajaran Leonard, Tipps, dan Johnson (2004) bagi tajuk luas. Perisian tersebut dibangunkan untuk murid tingkatan satu dalam bahasa Inggeris. Kandungan perisian itu merangkumi luas segi empat tepat, luas segi tiga, luas segi empat selari, luas trapezium dan

penyelesaian masalah membabitkan luas segi empat. Perisian ini dibangunkan berdasarkan reka bentuk model *ADDIE* dengan sokongan oleh perisian bahasa gubahan *Adobe Macromedia Authorware 6.5* berasaskan teori pembelajaran kognitif dan behaviorisme serta berdasarkan strategi pengajaran tutorial, latihan, permainan, dan kaedah penyelesaian masalah. Di samping itu, perisian ini juga menggunakan unsur multimedia seperti teks, grafik, animasi, audio dan video. Misalnya, animasi yang digunakan semasa tutorial boleh menunjukkan pembentukan rumus luas dan penggunaan video memaparkan perbincangan tentang konsep luas oleh ahli matematik yang menggalakkan proses pemikiran pelajar. Namun, perisian ini tidak diuji dan dibuat penilaian kepada pengguna serta belum mampu menyimpan rekod pengguna kerana tiada pangkalan data untuk menyimpan rekod tersebut.

Nor Afizah (2009) pula membangunkan perisian bagi topik perimeter dan luas dengan menggunakan reka bentuk pembangunan model Hanaffin dan Peck. Perisian yang dibina itu merupakan bahan pengajaran guru yang berasaskan pembelajaran kontekstual. Perisian ini juga mengaitkan luas dan perimeter dengan kehidupan seharian murid dengan melibatkan bahan konkrit. Nor Afizah membina perisian berbentuk pembelajaran berbantuan komputer (PBK) dengan kombinasi elemen multimedia interaktif seperti penggunaan teks, grafik, animasi, audio, dan video serta menggunakan perisian *Macromedia Authorware 7.0* sebagai platform pembangunan, di samping penggunaan perisian *Adobe Photoshop CS2*, *Sound Forge 6.0* sebagai sokongan yang membantu proses pengajaran dan pembelajaran pelajar dalam konsep berkaitan dengan perimeter dan luas. Bagaimanapun, perisian ini tidak mempunyai suara latar yang menerangkan isi pelajaran perimeter dan luas serta tidak banyak mengintegrasikan elemen video dalam pembangunan perisian.

Yeo (2008) menjalankan satu kajian kes dengan menggunakan kaedah pemerhatian lima sesi pengajaran bagi seorang guru sekolah rendah untuk mengenal pasti pengetahuan kandungan pedagogi matematik dan pengetahuan kandungan matematik yang dimiliki oleh guru tersebut semasa mengajar murid Gred 4 dalam topik perimeter dan luas. Pengajaran guru dirakam menggunakan perakam video dan nota lapangan dibuat oleh pengkaji. Data yang dikumpul dianalisis untuk menjawab objektif kajian. Hasil kajian menunjukkan bahawa guru memaparkan pengetahuan matematik melalui beberapa tindakan yang diperhatikan seperti penyediaan latihan dari mudah ke kompleks, aktiviti pembelajaran yang mengikut kesesuaian murid, bimbingan untuk memahami konsep perimeter dan luas melalui aktiviti pembelajaran yang berkaitan dengan kehidupan seharian murid, penjelasan guru tentang prosedur dan konseptual dalam mencari luas bagi gabungan bentuk, dan penggunaan soalan berstruktur untuk membetulkan kesilapan konsep dan strategi penyelesaian yang ditunjukkan oleh murid. Selain itu, bimbingan dan perbincangan guru dengan murid tentang cara menyelesaikan soalan ukuran luas, iaitu mendeduksikan panjang dan lebar bagi gabungan bentuk telah menunjukkan pengetahuan kandungan matematik guru.

Pada umumnya, kajian Yeo mendapati pengetahuan guru tentang kandungan matematik dan kandungan pengajaran matematik diamalkan secara serentak dalam bilik darjah. Data yang diperolehi dari kaedah pemerhatian bilik darjah menunjukkan bahawa pengetahuan tentang kandungan matematik diperhatikan melalui perbincangan tentang ciri segi empat tepat. Misalnya, guru membimbing murid mencari luas segi empat dengan cara mendarab panjang dengan lebar segi empat adalah sama seperti membilang unit persegi yang menutup segi empat tersebut. Guru juga mempunyai pemahaman tentang perkaitan antara perimeter dan luas. Guru turut menunjukkan pengetahuan

tentang pengajaran matematik dengan mengenal pasti kesilapan murid tentang konsep luas dan perimeter dan memilih contoh yang sesuai untuk mengajar konsep dan prosedur. Selain itu, guru menggunakan contoh luas seperti 12 cm^2 untuk membimbing murid mengembangkan strategi mencari bentuk yang mempunyai perimeter yang berbeza. Selain itu, guru mempunyai kemahiran bertanya dan membalas kesukaran yang dihadapi oleh murid dalam memahami konsep luas dan perimeter.

Kajian yang dijalankan oleh Kellogg (2010) pula tentang hubungan antara pengetahuan kandungan matematik dan pengetahuan tentang pemikiran murid melibatkan konsep perimeter dan luas. Kaedah temu duga digunakan dalam eksperimen mengajar sebagai cara untuk mengumpul data. Eksperimen mengajar dijalankan dalam tiga episod pengajaran. Dalam episod pengajaran pelbagai aktiviti pembelajaran diadakan seperti aktiviti kumpulan, perbincangan dalam kumpulan, pembelajaran secara interaktif menggunakan laman *web* dalam internet berkaitan *geometric microworlds*, dan aktiviti penerokaan tentang konsep perimeter dan luas.

Hasil kajian mendapati pengetahuan kandungan matematik guru tidak mencapai tahap pengetahuan konseptual dan pengetahuan guru tentang pemikiran murid kurang berkembang. Misalnya, kebanyakan guru mempunyai pengetahuan prosedur dan bergantung pada rumus untuk menyelesaikan masalah membabitkan konsep perimeter dan luas. Hasil daripada temu duga mendapati bahawa guru mempunyai miskonsepsi tentang unit ukuran. Misalnya, guru menghadapi kesukaran untuk mengenal pasti antara unit ukuran linear dengan unit ukuran sentimeter persegi apabila menentukan perimeter. Kellogg juga mendapati bahawa kebanyakan guru mempunyai masalah untuk melakukan perwakilan visualisasi bagi konsep perimeter dan luas melalui lukisan. Hasil kajian juga mendapati kebanyakan guru mempunyai masalah untuk mengetahui

pemikiran murid tentang perimeter dan luas. Misalnya, guru berkecenderungan untuk mencari jawapan bagi masalah yang diberikan tanpa mengenal pasti kesilapan murid. Secara khususnya, kajian ini menunjukkan bahawa tiada hubungan yang jelas antara pengetahuan kandungan matematik dengan pengetahuan tentang pemikiran murid.

Winarti, Amin, Lukito, dan Gallen (2012) telah menjalankan kajian di sebuah sekolah di Surabaya bagi tujuan menyokong pemahaman murid Gred 3 tentang konsep perimeter dan luas serta meneroka perkaitan antara perimeter dengan luas. Reka bentuk kajian ialah pemerhatian amalan pengajaran dalam dua fasa digunakan untuk mengajar topik perimeter dan luas yang berkaitan dengan kehidupan seharian murid. Amalan pengajaran guru dan temu duga dengan murid dirakam menggunakan video. Hasil tugas murid dan nota lapangan, dan data yang dikumpul melalui sesi temu duga dianalisis. Kajian ini menjalankan ujian pra dan pasca kepada murid Gred 3 dan keputusan ujian pra menunjukkan bahawa murid tidak memahami dengan jelas tentang perimeter dan luas. Dua fasa pengajaran yang dijalankan secara terancang oleh guru dapat meningkatkan pemahaman murid dalam beberapa perkara tentang perimeter dan luas.

Hasil kajian Winarti, Amin, Lukito, dan Gallen menunjukkan bahawa aktiviti pembelajaran yang dijalankan oleh murid menggunakan bingkai foto, kertas lekit, dan kayu mancis, kayu ais krim, dan kertas grid membantu murid dalam menguasai kemahiran mengukur perimeter dan luas. Bagi menyokong kepada pemahaman murid tentang perimeter, murid diajar menggunakan bingkai foto untuk membandingkan perimeter melalui perbincangan kelas dan membentuk pelbagai rajah dengan menggunakan kayu ais krim, kemudian membilang kayu ais krim. Bagi pemahaman tentang luas segi empat, kertas lekit digunakan sebagai unit ukuran luas oleh murid

dengan menutup ruang segi empat dan membilang jumlah kertas lekit, namun murid membilang setiap sisi bagi kertas lekit dalam ruang segi empat pada kertas grid sebagai perimeter segi empat. Seterusnya, bagi membentuk segi empat sama dan segi empat tepat dengan menggunakan kayu mancis, bilangan kayu dalam jumlah genap dan ganjil diberi dan didapati murid masih kurang jelas bahawa sisi bertentangan segi empat perlu mempunyai bilangan kayu mancis yang sama. Kesimpulannya, aktiviti pembelajaran menggunakan bahan ukuran tertentu membolehkan murid menguasai beberapa kemahiran mengukur perimeter dan luas. Namun begitu, murid Gred 3 masih menghadapi kesukaran untuk memahami perkaitan antara perimeter dengan luas.

Seterusnya, Marshman (2014) melaksanakan amalan pengajaran berasaskan Peta Konsep bagi murid tahun 9 melakukan hubungan antara panjang, luas, luas permukaan, dan isi padu. Murid menjelaskan strategi mereka secara individu dan kumpulan dan mendapatkan keputusan secara kolaboratif bagi beberapa aktiviti pembelajaran. Antaranya, membina kolam renang berbentuk tiga dimensi melibatkan lukisan, skala, pengiraan luas tapak, luas permukaan kolam renang, dan isi padu. Marshman telah memastikan murid menguasai pembelajaran melalui penerokaan panjang kepada luas dan seterusnya kepada isi padu berdimensi tiga.

Sehubungan itu, Marshman menjalankan aktiviti pembelajaran dengan pelbagai latihan bagi murid menyelesaikan secara kumpulan. Antaranya, pemahaman tentang rumus luas, iaitu panjang darab lebar untuk memperoleh ukuran luas segi empat ditunjuk ajar oleh guru dan murid dapat memahami secara visualisasi menggunakan lukisan segi empat bersaiz 3×4 , 3×6 , dan 7×10 dalam kertas grid berukuran *cm*. Kemudian, murid dibimbing untuk membentuk segi empat tepat daripada segi empat selari dengan membawa bahagian yang berbentuk segi tiga ke sebelah kanan segi empat selari. Murid

juga dibimbing untuk menentukan isi padu kuboid yang dibina daripada bilangan tertentu kubus dengan membilang bilangan kubus dalam susunan panjang, lebar, dan tinggi, kemudian didarab antara bilangan kubus tersebut. Seterusnya, murid membina Peta Konsep terhadap hubungan antara panjang, lebar, dan tinggi yang diketahui melalui pembelajaran terbimbing oleh guru.

Menurut Marshman, murid yang tidak dapat membuat perkaitan antara panjang, lebar, dan tinggi disebabkan mereka belajar secara prosedur mengira ukuran tersebut dan menganggap ukuran tersebut ditentukan melalui rumus sahaja. Malah terdapat murid yang keliru antara rumus luas dengan perimeter (Outhred & Mitchelmore, 2000). Hal ini juga disebabkan murid atau orang dewasa belajar ukuran perimeter, luas, dan isi padu dengan menghafal rumus berkaitan ukuran tersebut. Marshman berpendapat bahawa murid meneroka dan menyedari konsep dua dimensi bagi luas segi empat melalui manipulasi alat pengukuran konkrit yang menutup kawasan yang diukur bagi luas lebih sesuai daripada menggunakan kertas grid (Doig, Cheeseman, & Lindsey, 1995).

Sebagai kesimpulan, kajian yang dijalankan oleh Rickard (1996), Ferrer, Hunter, Irwin, Sheldon, Thompson, dan Visto-Yu (2001); Cass, Cates, Smith, dan Jackson (2003); Marshman (2014), Moyer (2001); Wiest (2005); Casa, Spinelli dan Gavin (2006); dan Muir (2007) menunjukkan bahawa terdapat maklumat asas tentang pendekatan pengajaran guru dan strategi penyelesaian oleh murid bagi mencari luas segi empat. Pada umumnya, kajian tersebut bertumpu kepada penggunaan bahan sumber pendidikan yang sesuai untuk menarik minat murid dan membantu murid dalam menguasai kemahiran berkaitan ukuran perimeter, luas, dan isi padu. Manakala, kajian tempatan yang dijalankan oleh Idris dan Anis (2011) dan Nor Afizah (2009) pula bertumpu kepada pembentukan bahan pengajaran dan pembelajaran berbentuk perisian

komputer yang sesuai bagi murid menguasai kemahiran tentang ukuran luas dan perimeter. Di samping itu, kajian Yeo (2008), Kellogg (2010), dan Winarti, Amin, Lukito, dan Gallen (2012), dan Marshman (2014) telah memberi maklumat asas tentang pengetahuan kandungan matematik, pengetahuan tentang pengajaran matematik, dan pengetahuan tentang pemikiran murid yang digunakan oleh guru dalam bilik darjah. Antara lain, fokus kajian tersebut adalah untuk meramalkan tindakan guru menggunakan strategi pengajaran tertentu dan tingkah laku murid menggunakan strategi pembelajaran tertentu yang dijelaskan dari perspektif orang dewasa. Ringkasnya, kajian di barat dan tempatan tersebut meneliti beberapa persoalan yang membabitkan penguasaan kemahiran, prosedur, strategi, dan konseptual dalam kalangan murid berkaitan ukuran perimeter dan luas yang mana perkara tersebut berkaitan dengan kemahiran mengajar, kaedah mengajar, dan penggunaan bahan sumber pendidikan oleh guru semasa menjalankan pengajaran di bilik darjah. Bagaimanapun, dalam konteks amalan pengajaran dan pembelajaran kajian tersebut masih belum menjawab dengan jelas persoalan tentang “Apakah pemahaman yang dimiliki oleh murid tentang luas segi empat?” atau “Bagaimana murid menggunakan pemahaman mereka dalam menyelesaikan masalah yang membabitkan luas segi empat?” dari kaca mata murid sendiri berdasarkan konstruktivisme radikal.

Keberkesanan pengajaran luas segi empat. Beberapa pengkaji telah menganalisis kesan penggunaan pelbagai kaedah pengajaran dalam topik luas terhadap pencapaian murid. Misalnya, Rickard (2005) menjalankan kajian kes melalui kaedah pengumpulan data secara soal selidik, temu duga, dan pemerhatian bilik darjah untuk membandingkan keberkesanan dua pendekatan pengajaran, iaitu pengajaran yang menggunakan modul bertajuk *Building a Fish Rack* dengan pengajaran yang

menggunakan buku teks ke atas pemahaman murid Gred 6 dalam topik luas dan perimeter. Dalam konteks ini, modul yang digunakan adalah berasaskan aktiviti inkuiri terbimbing, menyiasat saling hubungan antara perimeter dan luas segi empat tepat. Pada peringkat awal kajian, pencapaian yang diperoleh murid melalui ujian pra dalam kumpulan rawatan dan kawalan adalah pada tahap yang hampir sama. Bagaimanapun, keputusan dalam ujian pos menunjukkan bahawa kumpulan rawatan yang menggunakan modul dalam pengajaran memperoleh kira-kira 53% pencapaian berbanding kumpulan kawalan yang memperoleh kira-kira 42%. Dengan kata lain, modul pengajaran yang merangkumi aktiviti memahami konsep perimeter, luas dan pembuktian dapat meningkatkan kebolehan murid secara signifikan dalam matematik berbanding dengan penggunaan buku teks.

Sherman dan Randolph (2004) pula mengkaji keberkesanan mengajar konsep perimeter dan luas dengan menggunakan strategi berasaskan bahan pembelajaran. Mereka menjalankan ujian pra terhadap 27 murid Gred 4 untuk mengetahui pencapaian sebelum pengajaran dimulakan. Ujian pasca dijalankan setelah murid didedahkan dengan tiga sesi pengajaran yang berasaskan bahan pembelajaran. Dalam konteks ini, bahan pembelajaran seperti papan geometri, kertas bertitik disediakan oleh guru untuk murid melakukan kemahiran manipulasi. Dapatan ujian pra menunjukkan bahawa murid menghadapi kesukaran untuk memahami konsep luas dan perimeter. Di samping itu, murid keliru antara luas dengan perimeter dan tidak memahami tentang rumus luas. Bagaimanapun, setelah murid mendapat pengalaman pembelajaran secara konkrit melalui aktiviti binaan, lukisan, dan ukuran, analisis ujian pos menunjukkan bahawa pencapaian murid meningkat. Dengan kata lain, hasil kajian mendapati perbezaan yang signifikan di dalam pencapaian murid sebelum dan selepas pengajaran.

Dapatan yang hampir sama diperoleh dalam kajian Martin (2009) yang melibatkan murid Gred 4 seramai 19 orang dalam sembilan sesi pengajaran menggunakan bahan pembelajaran. Kajian ini bertujuan untuk menunjukkan bahawa murid Gred 4 berupaya untuk memahami konsep perimeter, luas, luas permukaan, dan isi padu serta saling hubungan di antaranya apabila konsep tersebut diajar secara serentak. Tujuan yang kedua, ialah untuk menguji keberkesanan penggunaan bahan manipulasi dalam pengajaran kelas. Dalam kajian ini, murid didedahkan dengan kemahiran manipulasi menggunakan bahan pembelajaran seperti model dua dimensi, model tiga dimensi, grid berskala unit persegi, jubin, kiub, dan prisma berbentuk segi empat tepat. Melalui ujian yang dipiawaikan, mendapati perbezaan pencapaian murid sangat signifikan antara ujian pra dengan ujian pos. Dengan kata lain, pengajaran yang menekankan strategi pemusatan bahan pembelajaran yang sesuai mendapat pencapaian ujian yang lebih baik. Pada umumnya, Martin (2009) mendapati empat faktor yang menyumbang kepada peningkatan pencapaian murid dalam memahami konsep geometri termasuk bahan manipulasi dan penggunaan, terdapat aktiviti untuk murid meneroka konsep geometri secara serentak, penggunaan istilah matematik secara konsisten dan tepat, dan pewujudan pembelajaran koperatif.

Mulcahy (2007) pula mengkaji keberkesanan pakej pengajaran kontekstual yang menggunakan bahan manipulasi dan kad imbasan untuk mengajar konsep perimeter dan luas pada empat orang murid dari Gred 6, Gred 7, dan Gred 8. Keempat-empat murid ini adalah dikategorikan sebagai murid bermasalah tingkah laku dan mempunyai gangguan emosi. Pemilihan murid ini dibuat melalui ujian pra yang diadakan dan pencapaian mereka dalam topik perimeter dan luas adalah di bawah 60%. Seterusnya, teknik pengawasan diri digunakan dalam pengajaran untuk mengawal tingkah laku murid.

Terdapat beberapa bahan manipulasi seperti papan geometri, gelang getah, kiub, pembaris, dan klip kertas digunakan sebagai bahan konkrit dalam pengajaran kontekstual untuk mengukuhkan konsep luas dan perimeter. Bahan manipulasi juga digunakan oleh murid untuk mengukur perimeter dan luas bagi pelbagai objek yang berbentuk segi empat tepat dan segi empat sama dalam bilik darjah. Mulcahy mendapati bahawa selepas pengajaran kontekstual dijalankan, kesemua murid dalam kajian ini menunjukkan kemajuan yang signifikan dalam konsep perimeter dan luas. Hasil kajian juga menunjukkan bahawa tiga daripada sampel murid dapat mengetahui saling hubungan antara perimeter dan luas. Seterusnya, dua orang daripada mereka boleh menyelesaikan masalah membabitkan konsep perimeter dan luas melibatkan pemikiran kritikal.

Kajian yang dijalankan oleh Zacharos (2006) ke atas 106 orang murid berumur 11 tahun melalui kaedah eksperimen, ujian bertulis, dan temu duga adalah untuk mengenal pasti keberkesanan dua pengajaran tentang topik luas. Beliau juga mengkaji perbezaan strategi yang digunakan oleh murid sesudah pengajaran diberikan. Kaedah temu duga dijalankan semasa murid menyelesaikan masalah berkaitan luas. Murid dalam kumpulan eksperimen didedahkan kepada kaedah konseptual dengan penggunaan kad bod berskala sentimeter persegi dan pembaris tanpa tanda nombor sebagai bahan pembelajaran. Manakala, murid dalam kumpulan kawalan didedahkan kepada kaedah prosedur berasaskan rumus luas dengan penggunaan pembaris bertanda nombor sebagai bahan pembelajaran. Hasil kajian menunjukkan bahawa murid dalam kumpulan eksperimen menyelesaikan masalah luas segi empat dengan menggunakan berbagai strategi seperti pembahagian ke dalam unit persegi, membilang, analisis, penyusunan semula, dan pertindihan, manakala murid dalam kumpulan kawalan pula cenderung

menggunakan strategi rumus. Dengan kata lain, terdapat perbezaan yang signifikan antara strategi yang digunakan oleh kedua-dua kumpulan murid.

Di samping itu, dapatan melalui temu duga menunjukkan bahawa kesilapan murid menyelesaikan masalah berkaitan luas disebabkan oleh strategi yang tidak sesuai digunakan. Misalnya, selain daripada bentuk segi empat tepat, segi empat sama dan segi empat selari digunakan strategi rumus luas segi empat. Kedua, murid menggunakan strategi luas bersamaan tapak sisi tambah dengan tinggi menyebabkan perimeter bentuk telah dicari. Ketiga, murid mengubah sebarang bentuk kepada segi empat dan menggunakan strategi tapak tambah tinggi.

Seterusnya, Huang dan Witz (2009) mengkaji keberkesanan empat jenis kaedah pengajaran yang berbeza untuk meningkatkan pemahaman murid tentang konsep rumus luas dan kebolehan untuk menyelesaikan masalah berkait dengan ukuran luas. Kajian itu berbentuk kuasi eksperimen dan membandingkan pengajaran yang menggunakan kaedah konseptual, prosedur, konseptual dengan prosedur, dan berasaskan buku teks. Pengumpulan data kajian dibuat melalui empat fasa, iaitu ujian pra, rawatan pengajaran, ujian pos, dan temu duga. Sebanyak 120 murid Gred 4 ikut serta di dalam kajian tersebut dan dibahagikan kepada tiga kumpulan rawatan dan satu kumpulan kawalan. Kumpulan rawatan yang pertama didedahkan kepada kaedah konseptual melibatkan konsep dua dimensi dan rumus luas. Kumpulan rawatan yang kedua pula didedahkan kepada kaedah prosedur melibatkan rumus luas dan pengiraan menggunakan operasi dan angka. Kumpulan rawatan yang ketiga didedahkan kepada kaedah konseptual dengan prosedur dalam mana konsep dua dimensi dan pengiraan menggunakan operasi dan angka dilibatkan. Kumpulan kawalan hanya menerima pengajaran biasa berasaskan kepada kemahiran pembelajaran dalam buku teks. Dapatan awal kajian menunjukkan bahawa

tiada perbezaan pencapaian yang signifikan di antara keempat-empat kumpulan. Selepas ujian pasca dijalankan, kajian ini mendapati bahawa terdapat perbezaan yang signifikan antara kaedah konseptual dengan prosedur dan kaedah konseptual, kaedah prosedur, dan kaedah berasaskan buku teks. Dengan kata lain, murid yang diajar dengan menggunakan kaedah konseptual dengan prosedur menunjukkan bahawa berkebolehan untuk menyelesaikan masalah berkaitan luas dan mampu memberi penilaian dan alasan untuk jawapannya. Bagaimanapun, kajian ini mendapati tiada perbezaan yang signifikan antara jantina dalam kebolehan untuk menyelesaikan masalah berkaitan luas.

Selain itu, dapatan melalui temu duga menunjukkan bahawa kebanyakan murid yang diajar dengan kaedah konseptual dengan prosedur dapat menemui perkaitan antara luas segi empat tepat dan segi tiga melalui pengetahuan sedia ada tentang konsep kongruen. Mereka juga memahami penghasilan rumus luas bagi segi tiga dan segi empat selari daripada rumus luas segi empat tepat melalui aktiviti belahan dan penggubahan bentuk. Begitu juga dengan murid yang diajar dengan kaedah konseptual mendapati bahawa memahami perkaitan antara bentuk dan rumus luas. Di samping itu, mereka dapat memahami perubahan bentuk tanpa perubahan luas (Huang, 2008). Manakala beberapa orang murid yang memperoleh pengajaran berasaskan kaedah prosedur mendapati bahawa kurang memahami rasional di sebalik penggunaan rumus luas segi tiga dan segi empat selari. Mereka beranggapan bahawa mengira bilangan petak dalam grid lebih mudah berbanding menggunakan rumus untuk mengira luas bentuk dalam grid. Pada umumnya, dapatan temu duga menunjukkan bahawa murid yang mempunyai pemahaman yang baik tentang rumus luas cenderung menggunakan pelbagai strategi untuk mengukur luas, sementara murid yang kurang memahami rumus luas cenderung menggunakan strategi membilang.

Seterusnya, Lai (2004) membina modul pengajaran yang berasaskan Fasa Needham bagi topik perimeter dan luas. Modul pengajaran perimeter dan luas telah dinilai oleh 12 orang guru matematik yang dipilih secara rawak mudah sebagai responden kajian. Suatu tinjauan dibuat bagi mendapatkan pendapat daripada 12 orang guru tentang keberkesanan modul pengajaran topik perimeter dan luas yang dikumpul melalui borang soal selidik yang diberikan. Dalam modul pengajaran topik luas mempunyai lima fasa pengajaran melibatkan set induksi, pencetusan idea, penstrukturan semula idea, aplikasi idea, dan refleksi. Set induksi dalam modul pengajaran ini adalah berkaitan dengan dua set bentuk yang dilukis dan guru menggunakannya untuk murid membuat perbandingan yang relevan tentang luas dan perimeter. Unit kedua dalam modul adalah berkaitan dengan 20 soalan pra ujian untuk murid menyelesaikannya dan membantu guru mengenal pasti konsep perimeter dan luas yang dipunyai oleh mereka. Dalam fasa Penstrukturan Semula Idea aktiviti pembelajaran secara hands-on dan minds-on diberikan. Misalnya, murid meliputi bentuk gabungan segi empat dengan beberapa kadbod berbentuk segi empat sama dan beberapa batang kayu bersaiz kecil. Aktiviti ini adalah berbentuk inkuiri penemuan untuk murid membuat perbandingan antara jumlah kadbod dengan batang kayu yang meliputi luas bentuk segi empat.

Seterusnya, bentuk segi empat seperti trapezium, segi empat selari, segi tiga dan rombus dilukis atas kertas bertitik dan meminta murid mencari luas bentuk dalam unit persegi. Dalam unit pengayaan pula fasa aplikasi idea ditekankan melalui tugas dalam mana murid dikehendaki mengukur perimeter dan luas padang bola keranjang sekolah mereka dan mencari luas dan perimeter sehelai daun. Di samping itu, soalan penyelesaian masalah berkaitan luas dan perimeter diberikan. Dalam bahagian fasa refleksi, murid diberikan pos ujian untuk menilai tentang perubahan idea dan kemahiran

proses yang tercapai. Hasil penilaian modul pengajaran mendapati modul ini sesuai dari aspek bahasa, isi kandungan, dan cara persembahan aktiviti. Bagaimanapun, modul ini boleh menyekat kreativiti sendiri guru dalam pengajaran dan pembelajaran tentang perimeter dan luas.

Satsangi dan Bouck (2014) menjalankan kajian keberkesanan terhadap visual manipulasi menggunakan teknologi dalam pembelajaran topik luas dan perimeter. Tiga murid dalam kategori lemah pembelajaran dari sebuah sekolah menengah di bandar Midwestern dipilih sebagai sampel kajian ini. Kajian Satsangi dan Bouck adalah bertujuan untuk mengenal pasti peratus latihan tentang luas dan perimeter yang diselesaikan oleh murid dengan menggunakan visual manipulasi tersebut. Xavier, Mark, and Jake merupakan murid yang dipilih dalam kajian ini atas kriteria mereka ini mempunyai kelemahan dalam penguasaan pembelajaran matematik, menghadapi kesukaran menyelesaikan masalah tentang luas dan perimeter, dan mempunyai keupayaan menggunakan komputer.

Murid diberi latihan intensif melalui latihan bertulis dan manipulasi visual menggunakan lima tugas tentang luas dan perimeter. Manipulasi *tiles polynomials* dari laman sesawang *National Library of visual manipulatives* digunakan oleh murid untuk meneroka dan menyelesaikan masalah perimeter dan luas. Murid secara bergilir-gilir mengikuti latihan asas kepada latihan intervensi sehingga lima sesi selama lapan minggu. Pada awalnya, murid dalam latihan asas menggunakan kertas dan cuba selesaikan soalan berkaitan luas dan perimeter tanpa bimbingan. Kemudian, latihan intervensi pula diberi soalan perimeter dan luas yang mana murid menentukan bilangan jubin yang dilukis sepanjang sisi bentuk yang diberi untuk menentukan panjang,

manakala bilangan jubin yang dilukis untuk memenuhi ruang dalam bentuk dua dimensi bagi menentukan luas.

Hasil kajian Satsangi dan Bouck menunjukkan intervensi melalui manipulasi visual mencapai skor Tau-U 1.0 (julat keyakinan 95%, [0.6069, 1.3931]) bagi kedua-dua tugas penyelesaian masalah berkaitan luas dan perimeter. Keputusan ini menunjukkan bahawa keberkesanan manipulasi visual adalah tinggi dan pencapaian murid adalah tinggi dalam tugas berkaitan luas berbanding dengan tugas perimeter. Hal ini menunjukkan manipulasi visual memberi sokongan kognitif bagi murid mengikuti langkah secara sistematik dalam menyelesaikan tugas tentang luas dan perimeter. Satsangi dan Bouck menyarankan melalui manipulasi visual, murid berupaya menjalankan latihan yang lebih mencabar seperti mengenal pasti dua bentuk dua dimensi yang mempunyai ukuran perimeter yang sama tetapi ukuran luas yang berbeza.

Sebagai kesimpulan, kajian yang telah dijalankan oleh Rickard (2005), Sherman dan Randolph (2004), Mulcahy (2007), Martin (2009), Zacharos (2006), dan Huang dan Witz (2009) telah memberi beberapa maklumat asas tentang keberkesanan suatu pendekatan pengajaran untuk luas segi empat. Pada umumnya, kajian tersebut menyelidiki hubungan antara tingkah laku murid dengan tingkah laku guru. Kajian Rickard (2005), Sherman dan Randolph (2004), Mulcahy (2007) dan Martin (2009) lebih memfokuskan kepada pencapaian murid dalam ujian yang dipiawaikan untuk mengukur keberkesanan pengajaran guru. Manakala, kajian Zacharos (2006) pula bertumpu kepada strategi penyelesaian murid dalam ujian yang diberikan untuk mengukur keberkesanan pengajaran guru. Seterusnya, kajian Satsangi dan Bouck (2014) mengenal pasti keberkesanan pengajaran guru melalui manipulasi visual bagi murid mengatasi masalah berkaitan dengan luas dan perimeter.

Fokus kajian Huang dan Witz (2009) pula kepada peningkatan pemahaman murid tentang rumus luas dalam ujian yang diberikan untuk menilai keberkesanan pengajaran guru. Kajian yang dijalankan oleh Lai (2004) adalah kajian tempatan yang bertumpu kepada pembinaan modul pengajaran tentang topik perimeter dan luas dan menilai keberkesanan modul tersebut. Oleh itu, kajian Lai (2004) meneliti persoalan tentang kesesuaian modul pengajaran untuk mengembangkan pengetahuan murid dalam konsep luas dan perimeter. Kajian yang dijalankan di tempatan dan negara Barat telah meneliti persoalan yang membabitkan pengembangan pengetahuan murid berasaskan strategi pengajaran yang berbeza dan melibatkan bahan pembelajaran. Namun begitu, dalam konteks keberkesanan pengajaran, kajian di Barat dan tempatan masih belum menjawab persoalan “Apakah pemahaman murid tentang luas segi empat?” atau “Bagaimanakah murid menyelesaikan masalah melibatkan luas segi empat?” daripada perspektif murid sendiri.

Perspektif Murid

Pemahaman murid tentang luas segi empat. Beberapa penyelidik telah menjalankan kajian untuk mengenal pasti pemahaman murid tentang unit ukuran perimeter, luas, dan isi padu. Misalnya, Bragg dan Outhred (2000) telah memberikan ujian bertulis kepada 24 murid dalam setiap Gred 1 hingga Gred 5 untuk mengenal pasti pemahaman unit ukuran panjang yang dipunyai oleh mereka. Lapan jenis tugas yang melibatkan penggunaan unit ukuran formal dijalankan untuk menguji teknik penggunaan pembaris dan pemahaman menggunakan pembaris. Selain itu, terdapat dua jenis tugas yang diberi adalah untuk murid mengukur garisan dengan menggunakan klip kertas

sebagai unit ukuran tak formal dan membentuk pembaris dengan menggunakan kadbod dan klip kertas.

Kajian ini mendapati bahawa kebanyakan murid Gred 5 mahir menggunakan pembaris untuk mengukur dan melukis garisan. Bagaimanapun, kebanyakan murid Gred 1 hingga Gred 4 melakukan kesilapan menyebarkan pembaris pada skala sifar, satu, dan ke hujung. Sebilangan kecil murid Gred 4 dan Gred 5 kurang memahami penggunaan pembaris apabila mereka dikehendaki mengukur panjang garisan yang tidak sebaris dengan skala sifar atau tidak ditunjukkan skala. Malah, murid juga keliru antara ruang dengan tanda angka dalam skala berukuran satu sentimeter. Di samping itu, dapatan kajian juga menunjukkan bahawa kebanyakan murid Gred 1 hingga Gred 3 menggunakan klip kertas sebagai tanda unit dan bukan sebagai unit ukuran. Dengan kata lain, murid dari Gred 1 hingga Gred 5 mempunyai berbagai strategi pembinaan seperti tidak menggunakan klip kertas, menggunakan klip kertas sebagai tanda unit, dan menggunakan klip kertas sebagai unit ukuran.

Hasil kajian yang hampir sama diperoleh dalam kajian perbandingan yang melibatkan murid sekolah rendah awam dan swasta di antara dua negeri di Sydney (Bragg & Outhred, 2004). Kajian ini bertujuan untuk meneliti pemahaman murid tentang konsep unit panjang dan penggunaan pengetahuan pembaris dalam masalah melibatkan skala dan unit linear. Kajian ini memilih murid seramai 89 orang dari Gred 6 untuk dibandingkan pencapaian mereka dengan data murid Gred 5 yang diperoleh dari kajian yang melibatkan 120 orang murid Gred 1 hingga Gred 5. Melalui ujian bertulis, didapati murid Gred 6 cenderung mengukur panjang dengan menggunakan strategi penolakan. Pencapaian mereka juga meningkat berbanding dengan murid Gred 5 dalam mewakili ukuran sentimeter sebagai unit linear dan mengenal pasti sisi kubus sebagai unit

sentimeter. Bagaimanapun, penggunaan pembaris masih didapati murid membilang tanda unit panjang daripada unit ruang di antara dua tanda unit panjang. Dengan kata lain, murid menghadapi kesukaran untuk menstrukturkan unit panjang secara visualisasi.

Menurut Barrett, Jones, Thornton dan Dickson (2003), konsepsi dan strategi murid Gred 2 hingga Gred 8 tentang unit ukuran panjang telah dikenal pasti melalui beberapa kajian lepas dan pemerhatian. Terdapat tiga kategori murid yang menyatakan tentang unit ukuran panjang, iaitu murid membanding objek secara penggambaran tanpa unit ukuran, menggunakan unit dan strategi penambahan, dan menggunakan unit koordinat dan strategi pendaraban. Misalnya, murid Gred 2 menghadapi kesukaran untuk menentukan berapa milimeter dalam unit tunggal sentimeter. Melalui temu duga didapati murid membilang tanda antara unit sebagai ukuran panjang. Dengan kata lain, murid Gred 2 belum dapat memahami bahawa unit panjang sebagai kumpulan segmen atau ruang unitari. Murid Gred 2 juga menunjukkan kesukaran menentukan permulaan tanda unit dengan skala sifar atau angka satu. Mereka juga menentukan ukuran panjang dengan mengira bilangan tanda unit pertama hingga tanda unit yang akhir tanpa membilang jumlah ruang antara tanda unit.

Kajian kes yang dijalankan oleh Barrett dan Clements (2003) melalui kaedah eksperimen mengajar ke atas empat orang murid Gred 4 selama enam bulan bertujuan untuk meneroka perkembangan pengetahuan dan konsep tentang unit ukuran panjang dan perimeter. Hasil kajian tersebut menunjukkan bahawa murid mempunyai empat tahap perkembangan pemikiran tentang unit ukuran panjang. Tahap pertama adalah murid menghadapi kesukaran untuk mengaitkan nombor dengan ruang. Tahap kedua pula murid mula mengaitkan nombor dan ruang dalam proses ukuran tetapi tidak mempunyai unit ukuran yang sesuai untuk diulang-ulangi sepanjang sisi sesuatu bentuk

yang diukur. Tahap ketiga merupakan penggambaran seseorang murid untuk mengaitkan unit tunggal yang berada secara urutan sepanjang sisi sesuatu bentuk. Di samping itu, murid pada tahap ini berupaya memahami hubungan sebahagian-kepada-keseluruhan bagi unit ukuran panjang dan unit komposit ukuran panjang. Bagaimanapun, murid hanya menguasai pengetahuan dengan lengkap tentang sebahagian-kepada-keseluruhan pada tahap keempat. Pada tahap ini, murid dapat menyelaraskan pengetahuan tentang nombor dengan ruang secara berterusan bagi garisan linear sesuatu permukaan dan sesuatu bentuk. Dengan kata lain, murid mencapai strategi pengukuran yang semakin abstrak setelah murid digalakkan untuk mengaitkan pengetahuan tentang mengira, mengulang-ulangi, dan pembahagian melalui penyelesaian masalah berkaitan perimeter.

Menurut Stephan dan Clements (2003), terdapat perbezaan dan persamaan antara unit ukuran perimeter dengan unit ukuran luas. Pada umumnya, ruang bagi unit ukuran panjang ialah satu dimensi dan luas ialah dua dimensi. Terdapat tiga persamaan konsep ruang antara ukuran panjang dan luas seperti pembahagian, unit diulang-ulang, dan keabadian. Pembahagian dianggap aktiviti mental seseorang murid membahagi panjang atau luas sesuatu objek kepada unit ukuran yang sama saiz. Misalnya, murid melukis tanda unit pada selang yang berbeza-beza menunjukkan bahawa mereka tidak membahagikan ruang kepada saiz unit yang sama. Unit diulang-ulangi pula dianggap kebolehan murid meletakkan unit panjang atau meliputi unit luas yang kecil secara berulang-ulang sepanjang sisi atau dalam kawasan sesuatu objek. Namun, kebanyakan murid meliputi luas atau panjang sesuatu objek dengan meninggalkan ruang antara unit ukuran berikutnya atau melakukan pertindihan dengan unit bersebelahan. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa murid memilih unit ukuran yang serupa dengan sesuatu bentuk

dua dimensi yang diukur. Mereka juga tidak menghadapi masalah untuk menggabung bentuk segi empat dan segi tiga untuk meliputi sesuatu ruang dua dimensi.

Menurut Stephan dan Clements (2003) pengetahuan murid terhadap tentang konsep keabadian telah menyukarkan mereka memahami bahawa ukuran panjang sesuatu objek sentiasa kekal sama walaupun ia bergerak pada arah yang berlainan atau sesuatu bentuk dua dimensi yang diubahsuai kepada bentuk yang berbeza kekal meliputi ruang yang sama. Tambahan, kajian lepas menjelaskan bahawa murid yang kurang memahami konsep keabadian tidak mudah memahami konsep transitiviti.

Selain itu, konsep menstrukturkan tata susunan unit ukuran dalam bentuk dua dimensi adalah proses yang sangat sukar bagi murid sekolah rendah (Stephan & Clements, 2003). Misalnya, Outhred dan Mitchelmore (2000) telah menjalankan kajian untuk meneliti pemahaman 150 orang murid Gred 1 hingga Gred 4 tentang strategi menstrukturkan bentuk segi empat. Data yang diperoleh melalui aktiviti melukis, membilang, dan mengukur didapati bahawa strategi penyelesaian yang digunakan oleh murid dalam penstrukturkan luas segi empat adalah tidak lengkap, meliputi secara primitif, meliputi secara tata susunan, meliputi secara tata susunan dan pengukuran, dan penggambaran tata susunan dan pengiraan.

Kajian ini mendapati bahawa murid yang menggunakan strategi meliputi secara tidak lengkap menghadapi kesukaran untuk meliputi segi empat tanpa meninggalkan ruang di antara unit dan membuat pertindihan antara unit ukuran. Semasa murid menggunakan strategi meliputi secara primitif pula, mereka dapat mengelakkan pertindihan unit ukuran tetapi masih menggunakan unit ukuran yang tidak kongruen dan tumpuan diberi kepada sisi segi empat berbanding dengan ukuran luas. Bagi melukis unit ukuran sepanjang baris dan lajur, murid menggunakan strategi meliputi secara tata

susunan. Melalui strategi ini, murid menganggar saiz unit berasaskan salah satu sisi segi empat dan didapati setiap baris dalam segi empat mempunyai bilangan unit ukuran yang sama, tetapi tidak mempunyai saiz yang sama. Seterusnya, murid mengukur dan melukis unit ukuran sepanjang baris dan lajur segi empat dengan menggunakan strategi tata susunan dan pengukuran. Dalam konteks ini, murid mengira setiap unit ukuran sepanjang baris dan lajur dan menggunakan penambahan atau pendaraban untuk mengira jumlah unit dalam segi empat. Pengembangan konsep menstrukturkan unit ukuran luas secara kukuh dapat dikenal pasti apabila hasil kajian menunjukkan bahawa murid mengira bilangan unit ukuran dengan merujuk kepada saiz unit dan dimensi segi empat tanpa sebarang lukisan. Dalam konteks ini, murid membuat gambaran tentang tata susunan unit secara baris dan lajur dan menggunakan konsep pendaraban untuk mengira jumlah unit ukuran sebagai luas segi empat (Battista, Clements, Arnoff, Battista, & Borrow, 1998).

Dalam aspek penggunaan lukisan garis untuk menstrukturkan luas segi empat, kajian yang dijalankan oleh Outhred dan Mitchelmore (2004) mendapati pemahaman murid Gred 1 hingga Gred 4 telah meningkat dalam konsep penyebaran dan penyusunan unit ukuran luas. Namun begitu, kebanyakan murid berhadapan dengan masalah memahami konsep pengiraan dan konsep ruang melibatkan tata susunan unit ukuran formal. Malah, terdapat murid yang tidak menyedari bahawa kedua-dua konsep pengiraan dan konsep ruang adalah berkaitan dan penting untuk penstrukturan unit dalam bentuk dua dimensi. Sebagai contoh, terdapat 21% daripada 115 orang murid yang menggunakan lukisan garis untuk melukis tata susunan unit tidak menunjukkan lukisan yang mempunyai bilangan unit ukuran luas yang sama bagi setiap baris. Dengan kata lain, murid menggunakan strategi menstrukturkan segi empat dengan hanya

bertumpu kepada bahagian ruang dalam struktur segi empat. Misalnya, murid dapat mengulang-ulangi baris atau menggabungkan unit ukuran bersebelahan tetapi tidak mempunyai pemahaman tentang menyelaraskan tata susunan unit ukuran luas. Bagaimanapun, hasil kajian menunjukkan bahawa sebanyak 7% murid menggunakan pemahaman tentang koordinasi unit untuk mewakili tata susunan unit sebagai dua set garisan selari secara berserenjang untuk memenuhi ruang luas segi empat.

Schifter dan Szymaszek (2003) pula telah menjalankan kajian bagi meneliti pemahaman murid Gred 3 tentang tata susunan unit ukuran luas dalam bentuk dua dimensi. Hasil kajian yang menggunakan teknik ujian bertulis menunjukkan bahawa sebilangan murid dapat mengaitkan ukuran panjang sisi segi empat dengan ukuran luas dalam unit persegi. Misalnya, Eli, Peter, dan Cal menentukan ukuran panjang dan lebar kad indeks dengan menggunakan pembaris berskala inci dan melukis tata susunan unit inci persegi di setiap baris dan lajur segi empat. Bagaimanapun, kebanyakan murid menutup segi empat dengan unit persegi dan menentukan luas dengan membilang unit persegi. Hal ini menunjukkan bahawa murid tidak dapat mengaitkan unit persegi dengan panjang dan lebar segi empat. Selain itu, strategi murid yang paling ketara dapat dilihat ialah unit persegi ditutupi sepenuhnya bentuk segi empat tanpa ruang di antara unit dan tanpa pertindihan unit bersebelahan. Kedua, murid menyusun bilangan unit persegi yang sama dalam baris dan lajur segi empat.

Kajian kes yang dijalankan oleh Izsàk (2005) mempunyai tujuan berlainan daripada kajian Schifter dan Szymaszek (2003). Izsàk bertumpu kepada pembentukan pemahaman tentang luas oleh murid Gred 5 yang mengikuti sesi pengajaran tentang perhubungan di antara konsep pendaraban, tata susunan unit, dan luas segi empat. Di samping itu, Izsàk mengkaji penggunaan perwakilan oleh murid untuk menyelesaikan

masalah tentang luas. Data kajian dikumpulkan melalui temu duga semi struktur. Seramai lapan orang murid ditemu duga sebanyak tiga kali melibatkan tiga tugas yang berbeza. Selepas satu sesi temu duga, murid diberikan sesi pengajaran tentang konsep ruang dan tata susunan unit. Dalam tugas pertama, tiga segi empat yang berbeza saiz dan yang dilukis pada kertas bertitik diberikan. Murid diminta mencari perimeter dan luas bagi ketiga-tiga segi empat itu. Dalam tugas kedua, murid diminta melukis segi empat yang mempunyai sifat pendaraban dan tugas ketiga pula, murid diminta melukis segi empat dengan menggunakan pendaraban nombor bulat, iaitu 7×9 .

Hasil kajian menunjukkan bahawa pada awal temu duga murid tidak boleh membezakan titik dan ruang dalam lukisan berbentuk segi empat, iaitu kurang mengkoordinasi dimensi, jumlah unit di dalam, dan jumlah unit antara titik dan ruang. Dalam perkembangan sesi temu duga, murid dianggap menemui perspektif titik, iaitu murid berupaya mengetahui sisi segi empat mengekalkan suatu perkaitan antara dimensi dan jumlah unit dalam segi empat. Kedua, mereka mengenali satu unit sebagai perwakilan kepada kedua-dua dimensi segi empat dan jumlah unit segi empat. Ketiga, mereka menggunakan tata susunan titik sebagai tata susunan unit persegi yang mewakili luas segi empat. Izsak mendapati murid yang mengembangkan pengetahuan tentang tata susunan unit persegi dapat memahami luas sebagai aktiviti menutupi ruang dan transformasi ukuran panjang kepada ukuran luas.

Dalam temu duga kedua dan ketiga, murid diuji sama ada mereka boleh melukis segi empat berasaskan skala mengikut baris dan lajur. Hasil temu duga mendapati pada awalnya, murid menganggap bahawa panjang dan lebar segi empat harus mempunyai nilai nisbah yang sama apabila didarab. Izsak mendapati pemahaman murid tidak berkaitan apabila mereka melukis jumlah unit persegi dengan skala pendaraban nombor

bulat. Misalnya, Jill melukis 63 unit persegi yang mewakili pendaraban nombor bulat 7×9 dengan menggunakan penstrukturan tata susunan unit persegi yang tidak mempunyai saiz unit yang sama. Kajian ini menunjukkan bahawa apabila murid mengkoordinasi pengetahuan untuk menggunakan dan menilai semula perwakilan, maka pengetahuan mereka diubahsuai untuk berfokus kepada penstrukturan tata susunan unit secara baris dan lajur tanpa banyak tumpuan kepada bentuk unit persegi yang dilukis dalam segi empat.

Sementara itu, Mulligan, Prescott, Mitchelmore dan Outhred (2005) pula telah menjalankan kajian terhadap 109 orang murid Gred 1 tentang imej yang dimiliki berkaitan unit ukuran luas. Kajian ini juga memberi tumpuan kepada pemahaman murid tentang kepentingan saiz unit ukuran yang sama, bilangan unit ukuran yang sama dilukis dalam baris dan lajur, dan penggunaan lukisan garisan mencancang dan menegak untuk membentuk grid. Data kajian dikumpulkan melalui ujian melukis. Pada umumnya, mereka mendapati murid keliru antara konsep unit ukuran perimeter dengan luas.

Kajian ini mengenal pasti empat jenis imej yang dimiliki murid tentang unit ukuran luas. Misalnya, hasil kajian menunjukkan bahawa 44% daripada murid dapat melukis unit persegi dalam grid dengan menggunakan garisan selanjat yang dianggap mempunyai imej jenis penstrukturan lengkap. Manakala, 40% daripada murid dianggap mempunyai imej jenis penstrukturan separa kerana melukis unit persegi secara berasingan. Mereka melukis sejumlah unit persegi yang memenuhi sisi segi empat dan mempunyai anggaran saiz unit yang sama tetapi tidak terjalin antara satu sama lain. Selain itu, murid yang dianggap mempunyai imej jenis penstrukturan berkembang kurang memahami tentang struktur grid dan saiz unit ukuran yang sama. Seterusnya,

murid yang mempunyai imej jenis pra penstrukturan pula tidak mempunyai pemahaman tentang penggunaan unit persegi, penggunaan grid, dan saiz unit ukuran.

Kamii dan Kysh (2006) pula menemu duga secara individu ke atas murid Gred 4, Gred 6, Gred 8, dan Gred 9. Tujuan utama temu duga adalah untuk mengkaji sama ada segi empat sama mempunyai ciri meliputi ruang dua dimensi dan merupakan unit ukuran bagi luas. Seramai 210 orang murid Gred 4 hingga Gred 9 membuat perbandingan luas bagi dua segi empat yang dibina atas papan geometri. Berbanding dengan murid lain, kira-kira 68% murid Gred 4 menganggap bahawa membilang pepaku di atas papan geometri boleh membanding luas terbesar bagi dua segi empat yang berbeza. Dalam tugas kedua, seramai 72 murid Gred 8 diminta mencari luas berbentuk “L” dan mendapati kira-kira 57% daripada mereka telah mengira tanda di sekeliling bentuk “L” sebagai luas. Oleh itu, Kamii dan Kysh membuat rumusan bahawa kebanyakan murid menganggap bahawa segi empat sama bukan unit ukuran bagi luas. Seterusnya, seramai 72 murid Gred 8 cuba mencari luas bagi sembilan jubin berwarna yang disusun dalam dua keadaan yang berbeza.

Hasil kajian menunjukkan bahawa kira-kira 33% murid tidak menjawab dengan berjaya. Kebanyakan murid mengira perimeter bagi bentuk tak sekata dan menggunakan rumus luas bagi bentuk dalam tata susunan 3×3 . Sebilangan daripada murid ini juga menganggap bahawa bentuk tak sekata tidak mempunyai ukuran luas. Seterusnya, murid dikehendaki melukis garisan tegak pada sejalar kertas berpetak segi empat sama supaya mempunyai luas yang sama seperti segi empat tepat yang ditunjukkan. Tugas keempat ini telah dicuba oleh 72 orang murid Gred 8. Hasil kajian mendapati sebanyak 87% murid menganggap bahawa tiada cara untuk menentukan luas dan hanya 6% daripada mereka menunjukkan cara memotong jalur kertas pada unit 4.5 untuk menyamakan luas

segi empat tepat. Oleh itu, hasil kajian menunjukkan bahawa kebanyakan murid tidak menganggap bahawa segi empat sama tidak mempunyai ciri meliputi ruang dua dimensi.

Battista (2003b) telah membuat tinjauan tentang saling hubungan antara unit ukuran luas dengan isi padu. Menurutnya, pemahaman murid tentang perkaitan antara aktiviti penstrukturan dan pembilangan dianggap asas untuk mengetahui perkaitan antara unit ukuran luas dan isi padu. Sehubungan itu, Battista menjelaskan beberapa andaian tentang peringkat pemahaman murid berhubung proses menyusun dan menggabungkan unit persegi atau unit kubus. Pada peringkat pemahaman awal, murid menghadapi kesukaran untuk menyelesaikan masalah berkaitan penstrukturan dan pembilangan tata susunan unit ukuran. Pada peringkat kedua, murid mula memahami gabungan unit ukuran sebagai tata susunan sepanjang baris dan lajur.

Pada peringkat ketiga, murid menyedari bahawa unit ukuran yang sama dari pandangan berbeza. Misalnya, murid dapat mengkoordinasi unit persegi yang terletak di bucu segi empat. Mereka dapat menganggap bahawa unit persegi atau unit kubus di bucu adalah sebahagian daripada baris dan lajur bagi bentuk berdimensi dua atau tiga. Bagaimanapun, murid mempunyai kelemahan koordinasi untuk mengelakkan pengiraan berganda unit ukuran. Pada peringkat keempat, murid menyedari proses penstrukturan unit ukuran pada tahap komposit yang lengkap tetapi menghadapi kesukaran untuk mengulang-ulangi unit persegi atau unit kubus secara tersusun dan berlapis. Pada peringkat kelima, murid boleh meletakkan unit persegi atau unit kubus dalam tata susunan tetapi membuat kesilapan membilang jumlah unit ukuran. Pada peringkat keenam, murid mempunyai keupayaan untuk menstrukturkan bentuk berdimensi dua atau tiga secara baris dan lajur. Mereka juga boleh membuat refleksi dan membilang tata susunan unit ukuran tanpa bahan konkrit. Pada tahap ketujuh, murid boleh membuat

abstraksi berhubung penstrukturan ruang dan pembilangan unit ukuran. Pada tahap ini, murid memahami perkaitan antara strategi pembilangan dan penstrukturan ruang berdimensi dua atau tiga. Misalnya, seorang murid Gred 5 dapat menentukan jumlah unit kubus dalam bentuk berdimensi tiga dengan mengira jumlah unit ukuran bagi setiap lapisan unit kubus. Murid juga dianggap dapat memahami penggunaan unit panjang dalam strategi pembilangan untuk tata susunan unit persegi dan unit kubus.

Kajian yang dijalankan oleh Curry, Mitchelmore, dan Outhred (2006) menggunakan kaedah temu duga klinikal ke atas 96 murid Gred 1 hingga Gred 4 adalah bertujuan untuk meneliti perkembangan pemahaman murid secara serentak dalam unit ukuran tak formal untuk ukuran panjang, luas dan isi padu. Melalui kajian itu, lima prinsip asas tentang pengukuran telah dikenal pasti. Antara lima prinsip unit ukuran yang dikaitkan dengan temu duga adalah tentang keperluan unit kongruen, kepentingan menggunakan unit ukuran yang sesuai, keperluan menggunakan unit ukuran yang sama untuk membanding sesuatu objek, perkaitan antara unit ukuran dan cara mengukur, dan penstrukturan unit secara ulang-mengulangi. Data yang dikumpul melalui temu duga klinikal telah di transkripsi dan dikategorikan kepada skor anggaran dan pengukuran.

Hasil kajian mendapati bahawa murid menggunakan unit ukuran yang berbeza saiz untuk mengukur panjang, luas dan isi padu. Oleh itu, ujian temu duga dianggap tidak selari dengan prinsip unit ukuran kongruen merentasi ketiga-tiga ukuran tersebut. Seterusnya, prinsip ukuran yang kedua, iaitu menggunakan unit ukuran yang sesuai juga dianggap tidak dapat dibandingkan menerusi ujian temu duga. Bagaimanapun, prinsip yang ketiga dianggap dapat memberi perbandingan yang munasabah kerana murid menggunakan sejumlah unit ukuran tak formal yang serupa untuk mengukur panjang, luas dan isi padu. Prinsip keempat dianggap berjaya dinilai kerana murid menggunakan

saiz unit yang berbeza untuk mengukur objek panjang, luas segi empat, dan sebuah kotak berbentuk segi empat. Dapatan menunjukkan bahawa murid Gred 1 hingga Gred 4 menghadapi kesukaran mengukur isi padu berbanding dengan luas dan panjang. Bagi prinsip kelima didapati kebanyakan murid Gred 4 boleh mengulang-ulangi unit ukuran dengan berjaya bagi ukuran panjang dan luas berbanding hanya 50% daripada mereka boleh mengukur isi padu disebabkan murid menghadapi kesukaran untuk mengulang-ulangi unit ukuran isi padu dalam ruang kosong dan tidak dapat membuat tanda untuk setiap unit ukuran yang berjaya disusun.

Kajian Cavanagh (2008) pula meninjau pemahaman murid berumur 13 tahun tentang luas segi empat dan segi tiga. Kajian ini telah dibuat di negara Sydney melibatkan murid dari dua buah sekolah. Seramai 43 orang murid mengambil bahagian dalam kajian ini dengan menduduki ujian matematik selama dua puluh minit membabitkan soalan luas segi empat dan segi tiga. Murid ini telah mendapat latihan berkaitan pengiraan luas segi empat sama, luas segi empat tepat, dan luas segi tiga. Dalam pada itu, 12 murid yang dipilih untuk sesi temu duga semasa mereka menjalankan ujian dan seterusnya temu duga tersebut dirakam bagi tujuan analisis data. Hasil kajian menunjukkan bahawa murid menggunakan beberapa strategi pengiraan untuk mendapatkan jawapan yang betul, iaitu mengira luas segi empat yang mempunyai panjang dan lebar berukuran $5\text{ cm} \times 3\text{ cm}$, murid menggunakan idea pendaraban antara nilai ukuran panjang dengan lebar atau melukis grid pada rajah segi empat dan membilang unit persegi. Bagi mengira luas segi tiga pula, kebanyakan murid gagal mendapat jawapan dengan menggunakan idea yang sama seperti mengira luas rajah segi empat, malah terdapat murid yang mendarab ketiga-tiga panjang sisi segi tiga turut gagal memperoleh jawapan yang tepat.

Seterusnya, Cavanagh turut menguji kemahiran mengira murid dengan meminta murid melukis suatu rajah segi empat dan bukan berbentuk segi empat pada kertas grid dengan nilai ukuran luas 24 *cm* persegi. Hasil kajian menunjukkan bahawa kebanyakan murid melukis kedua-dua rajah segi empat dan bukan rajah segi empat dengan menggunakan idea perimeter 24 *cm*. Keputusan daripada temu duga dan ujian bertulis membawa tiga kesimpulan tentang kesukaran murid memahami luas segi empat, luas segi tiga, dan luas segi empat selari, iaitu (a) murid keliru antara perimeter dengan luas, misalannya pengukuran perimeter segi empat menggunakan unit ukuran cm^2 , manakala pengukuran luas segi empat pula menggunakan unit ukuran *cm*, (b) murid cenderung menggunakan ukuran panjang sisi sendeng bagi segi tiga dan segi empat selari untuk didarab dengan panjang sisi yang lain apabila mencari luas rajah tersebut, (c) murid kurang memahami perkaitan antara luas segi empat dengan luas segi tiga yang mana dalam ujian dan temu duga yang dijalankan oleh Cavanagh mendapati murid tidak menggunakan idea luas segi tiga merupakan separuh daripada luas segi empat dan ia dihubungkan melalui sisi mencancang dan sisi sendeng segi tiga tersebut.

Seterusnya, Barrett, Cullen, Sarama, Clements, Klanderma, Miller, dan Rumsey (2011) menggunakan kaedah eksperimen mengajar bagi 45 murid bermula dari Gred 2 sehingga mereka berada dalam Gred 5 bagi tempoh enam semester sesi persekolahan. Kajian ini berlandaskan interaksionisme hierarki yang mana gabungan interaksionisme sosiobudaya dan empirisisme bertujuan untuk mengenal pasti perkembangan pengetahuan murid dalam situasi pengukuran melibatkan panjang, luas, dan isi padu. Pengkaji mengumpul data kajian dengan menggunakan kaedah eksperimen mengajar, temu duga klinikal secara kumpulan kecil dan individu. Murid dari kalangan yang memperoleh pencapaian rendah, sederhana, dan tinggi yang mengikuti temu duga

klinikal dan lapan daripada mereka itu menjalani temu duga klinikal 28 kali dalam tempoh masa dari Gred 2 hingga Gred 5.

Menurut Barrett, et al. setiap sesi temu dua klinikal dirakam menggunakan rakaman video dan analisis dibuat untuk mengelaskan strategi penyelesaian yang digunakan oleh murid dalam pembelajaran. Kajian ini menggunakan sebelas tugas yang membabitkan tiga tema, iaitu (a) integrasi perwakilan pelbagai unit, (b) koordinasi unit berkaitan, dan (c) teoretikal perspektif terhadap pengukuran unit, khususnya hubungan pendaraban. Antara lain, kajian ini mengandaikan responden kajian melakukan pengabstrakan konsep pengukuran unit apabila menjalankan tindakan pengukuran panjang, luas, dan isi padu membabitkan kuantiti unit.

Pengkaji menjelaskan bahawa kajian ini menggunakan tiga fasa dalam kaedah eksperimen mengajar, iaitu fasa pertama mengenai konsep tentang unit yang dipunyai murid, pelbagai cara murid mewakili unit, dan cara murid mengkoordinasi perwakilan untuk pengukuran. Fasa kedua pula menerangkan cara murid mengumpul atau membahagikan unit, membina struktur konseptual yang fleksibel dan dinamik tentang kuantiti. Fasa ketiga menggabungkan tindakan murid dengan unit pengukuran panjang, luas, dan isi padu dalam suatu tempoh tertentu bagi membina teori pengukuran. Hasil kajian menunjukkan bahawa empat tahap yang berbeza dalam pengukuran panjang, iaitu tahap satu menunjukkan murid tidak menyedari keperluan unit yang sama panjang dan menghadapi kesukaran mengukur tanpa set unit yang lengkap bagi panjang objek. Bagi tahap dua, murid mengukur panjang dengan mengulang satu unit sepanjang objek walaupun cara mengulangnya tidak tepat, dapat mengaitkan saiz dengan bilangan unit, boleh menambah panjang unit untuk memperoleh panjang keseluruhan. Bagi tahap ketiga, murid menentukan panjang bahagian yang bengkok sebagai jumlah panjang

objek, mengetahui keperluan unit yang sama dan titik sifar serta mengkoordinasi unit dan subunit. Bagi tahap keempat, murid menentukan panjang dengan menggambarkan kumpulan unit dari satu hujung permulaan hingga hujung terakhir.

Seterusnya, terdapat empat tahap yang berbeza ditunjukkan oleh murid dalam pengukuran luas. Bagi tahap *Partial Row Structurer*, lima daripada lapan murid menggunakan strategi membilang setiap segi empat sama secara baris atau lajur dalam rajah, manakala seorang murid membilang setiap segi empat sama dalam kawasan rajah secara tidak sistematik. Bagi tahap *Area conserver*, dua daripada lapan orang murid pula menggunakan strategi pembahagian dan penggubahan semula unit separa dan membilang semua unit secara baris atau lajur. Bagi tahap *Row and Column Structurer*, membilang unit di sekeliling sempadan rajah dan membina tata susunan separa dalam rajah. Bagi pengukuran isi padu antara beberapa kuboid pepejal, murid menunjukkan pelbagai strategi penyelesaian, iaitu tiga daripada lapan orang murid membandingkan kuboid pepejal dengan tanpa meletakkannya berdekatan tetapi ia dijarakkan. Seorang murid pula membandingkan kuboid pepejal dengan meletakkannya secara dekat satu sama lain atau mengerakkan kuboid yang kecil berdekatan dengan kuboid yang besar. Tiga orang murid lagi membandingkan isi padu kuboid pepejal secara tidak langsung apabila ia dijarakkan antara satu sama lain, manakala seorang murid pula menentukan isi padu kuboid pepejal dengan menggunakan penaakulan transitif. Kesimpulan kajian ini menunjukkan bahawa murid masih dominan menggunakan perbandingan kuantiti dalam penambahan bagi pengukuran membabitkan panjang, luas, dan isi padu daripada tingkah laku membuat perbandingan kuantiti dalam pendaraban.

Kajian Zhou (2012) pula bertumpu kepada pembinaan instrumen yang boleh mengukur pemahaman murid dalam konsep luas segi empat. Sehubungan itu, Zhou

membina instrumen tentang luas berdasarkan kajian lepas dan mengadakan temu duga berfikir nyaring dan seterusnya dibuat analisis protokol dan laporan lisan untuk mengkategorikan tahap tertentu bagi proses pemikiran murid. Kajian Zhou melibatkan 13 orang murid Gred 4 dan 16 orang murid Gred 5 dalam sesi temu duga dan semua murid yang dipilih telah menjalankan suatu ujian kesahan konstruk dan seterusnya pengukuran konstruk ditakrifkan.

Hasil temu duga berfikir nyaring yang dijalankan oleh Zhou menunjukkan bahawa beberapa idea dikategorikan daripada proses pemikiran murid tentang konsep luas segi empat. Antara lain, bagi menentukan rajah yang mempunyai luas terbesar, murid memberi idea membilang unit persegi terbanyak dalam rajah yang diberi. Bagi menentukan luas kawasan berlorek yang berbentuk segi tiga dalam rajah segi empat yang mengandungi nilai ukuran panjang 4 *cm* dan lebar 3 *cm*, beberapa idea dikemukakan oleh murid, iaitu (a) membahagi dua hasil darab antara nilai ukuran panjang dengan lebar, (b) hasil darab antara nilai ukuran panjang dengan lebar, (c) hasil tambah antara tiga nilai ukuran panjang sisi segi tiga berlorek, dan (d) hasil darab antara tiga nilai ukuran panjang sisi segi tiga berlorek. Bagi menentukan luas rajah dengan unit persegi yang berikan secara lukisan, murid menggunakan dua idea yang berbeza, iaitu mengulang-ulangi unit persegi pada rajah yang diberi dan merujuk unit persegi untuk membahagi kawasan dalam rajah dan bilangan unit persegi ditentukan. Bagi melengkapkan suatu rajah dalam segi empat tepat dengan nilai ukuran luas 13 *cm* persegi, murid menggunakan idea membilang setiap rajah segi empat sama sebagai seunit persegi berukuran 1 *cm*² dan gabungan dua bentuk segi tiga dalam rajah segi empat tepat sebagai seunit persegi berukuran 1 *cm*². Dalam konteks yang berbeza, bagi menentukan luas bahagian berlorek berbentuk segi tiga dalam rajah segi empat tepat

yang berukuran 6 unit persegi, murid menggunakan idea membahagi kawasan berlorek atau idea membahagi keseluruhan rajah segi empat kepada bilangan unit persegi tertentu.

Kajian tentang pemahaman luas segi empat turut dijalankan oleh Miller (2013) terhadap murid sekolah rendah dan murid sekolah menengah rendah di *Midwestern, United States*. Fokus kajian Miller adalah kepada pengenalpastian prosedur, konseptual, dan intuisi murid dalam menyelesaikan masalah luas segi empat dengan menggunakan unit segi empat, unit bukan segi empat, dan unit segi tiga. Reka bentuk kajian ini adalah secara merentas kes yang melibatkan lima orang murid dari setiap Gred 1, Gred 2, Gred 5, dan Gred 7 dari dua buah sekolah di *Prairie*. Instrumen tinjauan secara lisan dan ujian bertulis ditadbirkan kepada murid sebelum mereka ditemu duga. Sebanyak 10 soalan bermasalah tentang luas segi empat digunakan semasa temu duga dijalankan. Kesemua sesi temu duga dirakam menggunakan video, kemudian ditranskripsikan dan dianalisis membabitkan deskripsi strategi murid, analisis perbandingan, mengkategorikan melalui perisian *Nvivo*, dan tema untuk menjelaskan strategi yang digunakan oleh murid dalam cara penyelesaian mereka tentang luas segi empat.

Hasil kajian Miller tentang strategi murid menyelesaikan luas segi empat dijelaskan mengikut tiga aspek, iaitu konseptual, prosedur, dan intuitif. Bagi aspek konseptual, murid menggunakan beberapa strategi, iaitu tiada *anchoring* dan *anchoring*, penstrukturan dengan satu unit, penstrukturan dengan beberapa unit secara baris atau lajur, penstrukturan dengan beberapa unit tanpa secara baris dan lajur, dan penstrukturan dengan segmen baris dan lajur yang selari. Bagi aspek prosedur, murid menggunakan strategi pengiraan aritmetik dan algoritma serta pembilangan. Bagi aspek intuitif berdasarkan pengalaman kehidupan seharian dan pembelajaran, murid menggunakan

strategi keyakinan, segera, dan idea semula jadi konsep dan operasi. Di samping itu, murid menggunakan strategi baris, lajur, atau sudut apabila melukis seunit pada rajah segi empat, kemudian melukis keseluruhan ruang dalam segi empat.

Seterusnya, Tan-Sisman dan Aksu (2015) menjalankan kajian tentang salah konsep dan kesilapan murid Gred 6 apabila menyelesaikan tugas berkaitan ukuran panjang, luas, dan isi padu membabitkan aspek konseptual dan prosedur. Dalam kajian ini, 445 murid yang melibatkan 203 murid lelaki dan 242 murid perempuan dipilih berdasarkan pensampelan bertujuan dari sekolah rendah di *Ankara, Turkey* yang mana murid ini berpengalaman mengikuti kurikulum matematik melibatkan ukuran panjang, luas, dan isi padu. Kajian ini menggunakan 16 tugas membabitkan lapan tugas berorientasikan aspek konseptual dan lapan tugas lagi berasaskan aspek prosedur. Menurut pengkaji, murid dikehendaki mengetahui langkah-langkah pengiraan yang diketahui terlebih dahulu, pengiraan matematik, algoritma, dan rumus untuk menyelesaikan tugas yang menggunakan aspek prosedur. Manakala tugas yang mengandungi aspek konseptual perlu diketahui oleh murid tentang konsep dan pemahaman berkaitan soalan bukan rutin dalam matematik.

Menurut Tan-Sisman dan Aksu, kajian ini menggunakan lima langkah untuk menganalisis data yang dikumpul melalui pentaksiran secara bertulis iaitu: (a) bagi setiap tugas yang diberikan jawapan dan penjelasan yang betul, diberikan skor 1, manakala jawapan atau penjelasan yang salah ataupun tiada jawapan diberikan skor 0, (b) suatu senarai penjelasan mengikut tugas tentang panjang, luas, dan isi padu berdasarkan tugas konseptual dan prosedur dijalankan, (c) suatu tinjauan penilaian berdasarkan rangka literatur dilakukan bagi semua senarai kesilapan murid, (d) jadual kategori salah konsep dan kesilapan disediakan mengikut responden, dan (e) suatu

perbandingan dapatan antara murid dilakukan untuk menemui konsensus. Di samping itu, analisis statistik deskriptif dan kekerapan dijalankan dengan menggunakan perisian *Predictive Analytics Software* (PASW).

Tan-Sisman dan Aksu merumuskan dapatan dan hasil kajian mengikut lima domain pengukuran, iaitu ukuran panjang, perimeter, luas, luas permukaan, dan isi padu. Kesemua lima domain pengukuran juga dikategorikan kepada dua perkara, iaitu tugas berorientasikan konseptual dan prosedur. Bagi ukuran panjang secara konseptual, murid mengukur nilai ukuran panjang bermula dari angka 1 daripada 0, membilang tanda ukuran atau nombor pada pembaris, dan menganggap bahawa pembaris lebih panjang daripada objek yang diukur. Bagi ukuran panjang secara prosedur, murid melakukan kesilapan dalam penyebaran pembaris, membilang tanda ukuran atau nombor pada pembaris, dan tanda terakhir dibelah kiri dan kanan pembaris dilaporkan. Seterusnya, bagi ukuran perimeter secara konseptual, murid menganggap perimeter tidak berubah walaupun beberapa segi empat sama dalam rajah diubah susunan, membilang unit persegi atau titik, dan menggunakan unit ukuran luas atau isi padu, manakala bagi ukuran perimeter secara prosedur pula, murid menggunakan rumus luas, menambah panjang dua sisi. Bagi ukuran luas segi empat secara konseptual, murid menganggap bahawa luas berubah apabila bahagian segi empat sama dalam rajah diubah susunan, membilang garisan sekeliling bentuk, dan menggunakan unit ukuran panjang atau isi padu, manakala bagi ukuran luas secara prosedur, murid menggunakan rumus perimeter, menambah panjang dan lebar sisi, menggunakan unit ukuran panjang. Seterusnya, bagi ukuran luas permukaan secara konseptual, murid keliru antara luas permukaan dengan isi padu dan menganggap bahawa bentuk mempunyai lebih daripada satu luas

permukaan, manakala bagi luas permukaan secara prosedur, murid menggunakan rumus isi padu, menambah nilai ukuran panjang, lebar, dan tinggi sisi.

Bagi ukuran isi padu secara konseptual, murid membilang unit persegi atau permukaan unit kubus atau unit kubus yang boleh dilihat, membilang dua kali bagi seunit kubus, membilang permukaan unit kubus yang diberikan dan menggandakan bilangan tersebut, manakala bagi ukuran isi padu secara prosedur, murid menambah nilai ukuran panjang, lebar, dan tinggi sisi, dan mendarab nilai ukuran panjang dengan lebar sisi. Secara keseluruhan, kajian ini menunjukkan bahawa bilangan murid yang boleh menjawab tugas konseptual atau prosedur semakin berkurangan apabila bermula daripada ukuran panjang kepada luas dan seterusnya kepada isi padu.

Kajian yang dijalankan oleh Machaba (2016) di Soshanguve, South Africa, turut bertujuan untuk menjelaskan pemahaman murid dari aspek salah konsep apabila menyelesaikan tugas berkaitan perimeter dan luas yang mana kajian ini berasaskan teori kognitivisme. Kajian Machaba melibatkan 30 murid sekolah menengah yang berada dalam Gred 10 dan enam daripada mereka telah melalui proses temu duga klinikal yang dijalankan. Dalam kajian ini, murid Gred 10 berpengalaman mengikuti kurikulum matematik yang membabitkan ukuran perimeter dan luas serta perkaitan antara perimeter dan luas. Kajian ini menggunakan enam tugas untuk menguji pemahaman murid dalam konsep perimeter dan luas. Terdapat empat soalan kajian yang perlu dijawab dalam kajian ini, iaitu (1) Bagaimana murid Gred 10 menjelaskan konsep luas dan perimeter?, (2) Bagaimanakah murid Gred 10 menyelesaikan masalah dan perkaitan antara luas dan perimeter?, (3) Apakah salah konsep yang terbukti apabila murid Gred 10 menyelesaikan masalah tentang luas dan perimeter?, dan (4) Apakah

yang menyebabkan salah konsep berkaitan konsep luas dan perimeter dalam kalangan murid Gred 10?.

Menurut Machaba enam tugas tentang luas dan perimeter mempunyai tujuan yang berbeza, iaitu soalan 1 menguji pemahaman konsep perimeter dan luas tanpa menggunakan rumus, soalan 2 pula menguji pemahaman murid tentang konsep luas dan perimeter tanpa menggunakan nombor atau alat pengukuran. Soalan ini menguji kebolehan murid Gred 10 membilang unit persegi untuk menentukan luas dalam segi empat. Soalan 3 yang diberi adalah untuk menguji keupayaan murid mengira perimeter dan luas bagi gabungan segi empat yang diberi ukuran panjang. Soalan 4 pula menguji pemahaman murid tentang konsep luas dan mengira luas bagi kawasan tak sekata seperti sehelai daun. Soalan 5 adalah diberi untuk menguji pemahaman murid tentang perkaitan antara luas dan perimeter. Soalan 6 pula menguji pemahaman murid tentang perkaitan antara luas dan perimeter dan penggunaan peraturan intuitif 'Same A-Same B' (Same perimeter-Same area; Same area-Same Perimeter).

Hasil kajian oleh Machaba menunjukkan 67% murid tidak boleh menjelaskan konsep luas, manakala 90% murid pula tidak dapat menjelaskan konsep perimeter. Dalam hal ini, pengkaji mendapati murid menggunakan rumus iaitu panjang kali lebar untuk menjelaskan luas. Murid menganggap unit milimeter dan sentimeter pada pembaris sebagai perimeter atau sisi panjang dan lebar sebagai perimeter. Kajian ini juga mendapati melebihi 50% murid tidak boleh menjawab dengan betul soalan 2 hingga soalan 6. Seterusnya, hasil kajian menunjukkan bahawa murid menganggap rumus luas bersamaan panjang kali lebar digunakan untuk menentukan luas bagi segi empat. Murid menganggap kawasan tidak sekata seperti bentuk daun tiada panjang dan lebar menyebabkan sukar bagi mereka menentukan luas. Murid juga menyatakan bentuk

seperti daun tidak mempunyai luas sebab ia tidak menyerupai bentuk segi empat. Hasil kajian turut menunjukkan murid salah anggap bahawa apabila dua sisi bertentangan segi empat sama dipanjangkan sebanyak 6 cm dan dua sisi bertentangan yang lain dipendekkan sebanyak 6 cm, luas atau perimeter bagi segi empat sama menyerupai luas atau perimeter bagi segi empat tepat yang dibentuk.

Sebagai kesimpulan, penulisan ilmiah dan kajian lepas yang dijalankan oleh Battista (2003b), Bragg dan Outhred (2000), Bragg dan Outhred (2004), Barrett, Jones, Thornton dan Dickson (2003), Barrett dan Clements (2003), Barrett, Cullen, Sarama, Clements, Klanderman, Miller, dan Rumsey (2011), Curry, Mitchelmore dan Outhred (2006), Kamii dan Kysh (2006), Machaba (2016), Miller (2014), Mulligan, Prescott, Mitchelmore dan Outhred (2005), Outhred dan Mitchelmore (2000), Outhred dan Mitchelmore (2004), Stephan dan Clements (2003), Schifter dan Szymaszek (2003), Tan-Sisman dan Aksu (2015), dan Zhou (2012) telah membekalkan maklumat penting yang berkaitan dengan beberapa pengetahuan yang dipunyai oleh murid khususnya aspek prosedur mengira, strategi, dan langkah-langkah penyelesaian yang digunakan untuk mencari ukuran panjang, perimeter, luas, dan isi padu. Tumpuan yang diberikan dalam kajian Bragg dan Outhred (2000, 2004) adalah tentang pengetahuan unit ukuran panjang yang diwakilkan oleh murid melalui ujian bertulis. Barrett, Jones, Thornton dan Dickson (2003) dan Barrett dan Clements (2003) pula masing-masing meneliti perkembangan pengetahuan tentang unit ukuran panjang oleh murid melalui kaedah temu duga dan eksperimen mengajar. Konsep penstrukturan luas segi empat berasaskan pendaraban merupakan fokus utama dalam kajian Outhred dan Mitchelmore (2000, 2004). Manakala, kajian Schifter dan Szymaszek (2003) dan Izsak (2005) bertumpu kepada konsep tata susunan unit. Kajian yang dijalankan oleh Kamii & Kysh (2006) pula

bertumpu secara langsung kepada pengetahuan murid tentang unit persegi sebagai unit ukuran luas. Kajian tinjauan yang dijalankan oleh Battista (2003b) pula lebih bertumpu kepada bentuk penilaian dan perbincangan asas tentang perkaitan antara unit ukuran panjang dan luas, manakala kajian oleh Curry, Mitchelmore dan Outhred (2006) pula menunjukkan bahawa tumpuan kepada prinsip asas pengukuran unit panjang, luas, dan isi padu serta menilai kesesuaian ujian temu duga dalam mengumpul data mengenai perkaitan antara unit ukuran.

Kajian Zhou (2012) berfokus kepada pembinaan instrumen dalam menentukan luas, manakala Tan-Sisman dan Aksu (2015) bertumpu kepada pengetahuan prosedur dan konseptual yang dipaparkan oleh murid yang dianggap sebagai salah konsep. Machaba (2016) berfokus kepada salah konsep murid tentang perimeter berasaskan teori kognitivisme. Kedua-dua kajian Tan-Sisman dan Aksu (2015) dan Machaba (2016) berasaskan teori kognitivisme menjelaskan sama ada murid menyelesaikan sesuatu tugas secara betul atau salah yang mana dianggap sebagai salah konsep dalam pemahaman murid.

Meskipun kajian lepas di Barat telah membekalkan pelbagai strategi penyelesaian yang digunakan oleh murid dan memberi tumpuan kepada beberapa persoalan yang membabitkan pengetahuan murid tentang luas segi empat dari sudut behaviourisme dan kognitivisme, tetapi masih tiada pandangan dari konstruktivisme radikal. Di samping itu, belum ada kajian di Malaysia bertumpu kepada pemahaman luas segi empat yang dimiliki oleh murid sekolah rendah. Ringkasnya, persoalan asas seperti “Apakah pemahaman murid tentang luas segi empat?” atau “Apakah makna yang dimiliki oleh murid tentang unit ukuran bagi luas segi empat?” dari perspektif murid belum dijawab secara mendalam berlandaskan konstruktivisme radikal.

Rumusan

Pada umumnya, himpunan kajian yang dibincangkan dalam Bab 2 ini menyokong dua pandangan asas. Pertamanya, terdapat pelbagai kajian yang mengambil tindakan tertentu untuk menjelaskan ciri pengetahuan asas tentang luas segi empat dari perspektif orang dewasa. Walau bagaimanapun, pengetahuan luas segi empat dari perspektif murid sekolah rendah diperhatikan kurang diberi perhatian sehingga akhir-akhir ini. Seterusnya, walaupun kajian kini tentang luas segi empat nampaknya membahagikan pengetahuan murid sekolah rendah dengan pengetahuan orang dewasa, namun tidak terdapat perspektif yang konsisten tentang epistemologi pengetahuan. Persoalan asas, ‘Apakah yang membina pengetahuan luas segi empat?’ masih belum dijawab dengan memuaskan dari perspektif murid sekolah rendah. Dengan kata lain, kajian tersebut tidak dijalankan dengan tujuan untuk mengenal pasti pengetahuan luas segi empat walaupun beberapa elemen atau unsur asas pengetahuan itu telah dikenal pasti.

Keduanya, hasil kajian lepas memaparkan bahawa murid sekolah rendah mempunyai beberapa pengetahuan tentang luas segi empat. Namun begitu, perkara asas yang masih belum jelas ialah jenis idea luas segi empat berdaya maju yang dibina oleh murid tersebut dalam usaha mereka untuk memberi makna kepada situasi yang membabitkan luas segi empat.

Merujuk tinjauan literatur yang dibuat oleh pengkaji, terdapat keperluan kepada kajian bagi mengenal pasti apakah tindakan dan setiap langkah yang diikuti oleh murid sekolah rendah dalam proses pembinaan makna tentang luas segi empat. Pada umumnya, makna yang dijelaskan oleh murid kepada luas segi empat dan tingkah laku lisan dan bukan lisan yang digunakan oleh murid apabila menjelaskan pemahaman mereka

tentang luas segi empat, boleh memaparkan penunjuk atau maklumat yang sesuai tentang pengetahuan yang dimiliki, dikembangkan, atau dibina oleh murid sekolah rendah dalam tindakan mereka untuk membentuk atau mengembangkan makna tentang luas segi empat. Justeru, kajian yang bertujuan untuk memberikan beberapa jawapan kepada soalan: “Apakah pemahaman yang ditunjukkan oleh murid sekolah rendah semasa mereka membina makna tentang luas segi empat?” nampaknya mengandungi alasan yang konkrit untuk dilaksanakan berdasarkan konstruktivisme radikal.

Seterusnya, Bab 3 tentang metodologi kajian membincangkan reka bentuk kajian, peserta kajian, kaedah pengumpulan data membabitkan temu duga klinikal dan prosedur pengumpulan data, instrumentasi, kebolehpercayaan, kajian rintis, kaedah analisis data, dan rumusan.

Bab 3 Metodologi Kajian

Pengenalan

Bab 3 mengandungi sembilan bahagian utama yang akan membincangkan secara terperinci tentang metodologi kajian dan perkara yang berkaitan. Bahagian pertama membabitkan pengenalan dan diikuti oleh bahagian kedua tentang reka bentuk kajian ini. Bahagian ketiga pula membabitkan penjelasan tentang peserta kajian. Kaedah pengumpulan data melibatkan temu duga klinikal dan prosedur pengumpulan data dihuraikan dalam bahagian keempat, manakala instrumentasi kajian dibincangkan dalam bahagian kelima. Perbincangan dalam bahagian kelima tertumpu kepada jenis instrumen dan justifikasi pemilihan instrumen. Bahagian keenam pula menjelaskan tentang kebolehpercayaan kajian membabitkan kredibiliti, kebolehpindahan, kebolehharapan, dan kebolehpastian. Huraian tentang kajian rintis dan penggunaan hasil kajian tersebut dibincangkan dalam bahagian ketujuh. Akhir sekali, kaedah analisis data dihuraikan dalam bahagian kelapan, manakala rumusan tentang idea penting dalam Bab 3 dan ringkasan mengenai Bab 4 dinyatakan dalam bahagian kesembilan.

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini adalah pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat yang mana merupakan kajian deskriptif yang berbentuk kajian kes. Kajian kes mempunyai potensi optimum dalam memahami kes tertentu secara mendalam, lebih dekat, dan bertumpu kepada proses inkuiri terhadap pengetahuan individu dalam konteks pengalaman yang khusus (Stake, 1995, 2005). Reka bentuk kajian kes akan membekalkan maklumat yang mendalam dan maklum balas yang menyeluruh dari

peserta kajian bagi menjawab persoalan kajian melalui kaedah temu duga klinikal (Fraenkel & Wallen, 2008). Malah, fenomena dalam kajian kes boleh diteliti dalam situasi yang sebenar (Yin, 2003). Di samping itu, reka bentuk kajian kes melibatkan konteks, proses, dan tertutup (Merriam, 2009). Dengan kata lain, kajian kes melibatkan perspektif individu dan meneliti perkara seperti ‘apa’, ‘bagaimana’, dan ‘mengapa’ secara mendalam (Baxter & Jack, 2008; Creswell, 2008). Dalam hal ini, pengkaji dianggap sebagai instrumen untuk mengumpul data kualitatif melalui kajian kes. Data kualitatif pula mengandungi peristiwa dan tindakan yang dilakukan oleh peserta kajian dan penjelasan kepada perkara yang dialami membolehkan pengkaji memahami makna yang diberikan oleh peserta kajian (Nik Azis, 2014). Berdasarkan kajian lepas, terdapat kajian kes yang berlandaskan konstruktivisme radikal untuk meneliti skim, konsepsi, atau pemahaman yang dimiliki oleh murid tentang konsep matematik (Nik Azis & Faridah, 2011; Nik Suryani, 2002; Sharifah Norul Akmar, 2004; Steffe & Olive, 2010). Sehubungan itu, bagi mengenal pasti pemahaman yang dimiliki oleh murid tentang luas segi empat dengan teliti, mendalam, dan terperinci; kajian kes yang berlandaskan konstruktivisme radikal sesuai dijalankan.

Reka bentuk kajian kes mempunyai kekuatan dan limitasi tertentu. Antara kekuatan kajian kes yang terbabit ialah kegunaannya dalam menjelaskan fenomena yang kompleks, luar biasa dan di luar jangkaan, membekalkan maklumat yang mendalam, terperinci, dan kefleksibelan dalam konteks yang khusus, dan berguna untuk memahami fenomena baharu yang timbul dalam realiti yang berubah dengan cepat. Ruang kefleksibelan dalam kajian kes membolehkan pengkaji mengemukakan soalan yang tajam dan mencungkil (Nik Azis, 2014). Berdasarkan kekuatan yang dikenal pasti, pengkaji memilih reka bentuk kajian kes berasaskan aspek kesesuaian dan kerelevanan

seperti berikut: (a) pengkaji dapat mengenal pasti pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat, iaitu meneliti fenomena kontemporari secara mendalam, padu, dan terperinci, (b) pengkaji dapat meneliti pemahaman murid dalam konteks temu duga klinikal yang mana penjelasan yang kaya dan terperinci diperoleh daripada peserta kajian, (c) pengkaji dapat berfokus kepada persoalan tentang bagaimana murid Tahun Lima memberi makna kepada situasi yang membabitkan luas segi empat dan persoalan tentang mengapa murid mengemukakan gambaran mental, membuat perwakilan, atau menyelesaikan masalah melibatkan luas segi empat dalam cara yang tertentu.

Seterusnya, limitasi tertentu boleh membataskan penggunaan reka bentuk kajian kes. Antara limitasi reka bentuk kajian kes ialah hasil kajian tidak boleh di generalisasi daripada sampel kepada populasi yang ditetapkan dan analisis data sering kali mengambil masa yang panjang (Nik Azis, 2014). Sehubungan itu, pengkaji mempertimbangkan beberapa perkara untuk menangani limitasi dalam reka bentuk kajian kes. Kajian kes ini bukan bertujuan membuat generalisasi hasil kajian kepada populasi murid Tahun Lima sekolah rendah, maka kaedah pensampelan kebarangkalian atau pensampelan rawak tidak digunakan.

Dalam kajian ini, pengkaji memilih pensampelan bukan kebarangkalian, iaitu pensampelan bertujuan (*purposeful sampling*) yang mana andaian dibuat tentang taburan sekata membabitkan ciri dalam populasi. Perkara ini membenarkan pengkaji mewakili sebarang sampel murid Tahun Lima sekolah rendah dan oleh yang itu, hasilnya tidak bias. Dalam hal ini, peserta kajian yang dipilih melalui pertimbangan pengkaji adalah daripada kalangan murid yang memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh pengkaji yang mana selaras dengan tujuan kajian. Misalnya, murid Tahun Lima yang dipilih adalah dalam kalangan murid yang memenuhi tujuan kajian, iaitu murid yang

memiliki pengetahuan tentang luas segi empat dan sanggup melibatkan diri secara aktif serta menunjukkan minat untuk mengambil bahagian dalam temu duga klinikal bagi tempoh masa yang panjang. Pengkaji juga mengatur langkah penganalisan data secara berperingkat seperti mentranskripsikan semua data lisan dan bukan lisan secara logik, menulis protokol temu duga bagi setiap kes mengikut tema tertentu dan penganalisan kes individu dan membentuk laporan analisis kes individu, dan menganalisis secara merentas kes bagi menyediakan laporan. Hal ini membolehkan pengkaji menganalisis data secara rapi dan kawal kualiti dalam tempoh masa yang panjang.

Seterusnya, beberapa andaian yang mendasari reka bentuk kajian kes ialah realiti yang dialami atau dibina oleh pengkaji dan responden merujuk realiti yang wujud secara subjektif dan pelbagai dalam sebarang situasi, penjelasan yang kaya, pemahaman mendalam, pembinaan pengetahuan sofistikated merupakan perkara yang diberi keutamaan, proses kajian merujuk situasi yang dialami dan menggunakan penaakulan induktif untuk membina kategori tentang perkara yang diteliti, dan model yang dibentuk oleh pengkaji tentang pengetahuan yang dimiliki oleh responden yang diperhatikan yang mana pengalamannya tentang aktiviti yang dilaksanakan oleh responden merupakan usaha pengkaji dalam mewujudkan interaksi dengan responden untuk meningkatkan kualiti model-susunan-kedua. Hasil kajian di generalisasi secara naturalistik dan analitis berasaskan situasi yang terperinci (Nik Azis, 2014).

Peserta Kajian

Peserta kajian ini terdiri daripada murid Tahun Lima di sebuah sekolah rendah kebangsaan A di daerah Kinta Utara, negeri Perak. Jumlah murid Tahun Lima seramai 54 orang terbahagi kepada dua kumpulan, iaitu 25 murid dalam kelas X dan 29 murid

yang lain dalam kelas Y. Keseluruhan murid Tahun Lima adalah terdiri daripada murid berbangsa Melayu. Taraf sosioekonomi murid adalah dari golongan sederhana yang mana kebanyakan ibu bapa murid terdiri daripada mereka yang bekerja sebagai penjawat awam, pekerja kilang, dan bekerja sendiri. Sekolah ini berada di lokasi berhampiran dengan kawasan bandar dan dikategorikan sebagai sekolah harian biasa dengan bantuan penuh kerajaan. Sistem persekolahan satu sesi diamalkan oleh pentadbiran sekolah. Kemudahan asas yang dimiliki oleh sekolah adalah seperti satu blok bangunan tiga tingkat, padang, makmal komputer, pusat sumber, surau, dan kantin.

Kajian ini memilih peserta kajian seramai lima murid yang terdiri daripada dua murid lelaki dan tiga murid perempuan. Lima murid yang dipilih sebagai peserta kajian ialah Zaidi, Hamid, Suraya, Yasmin, dan Munira (bukan nama sebenar). Bilangan peserta kajian yang dipilih jauh lebih kecil daripada jumlah murid Tahun Lima di sekolah disebabkan kajian ini merupakan kajian kes bersifat mendalam dan berfokus untuk memperoleh maklumat data kualitatif. Kajian kes hanya memerlukan bilangan sampel yang kecil tetapi dikaji secara intensif dan setiap salah satu kes boleh menjana sejumlah besar maklumat (Stake, 1994). Malah, bilangan responden tertentu dalam sesuatu kajian kes belum dijadikan suatu peraturan yang tetap (Merriam, 2005). Kebiasaannya, kajian kes yang mempunyai bilangan peserta kajian yang sedikit dapat membekalkan maklum balas yang menyeluruh (Creswell, 2008). Malah dalam fenomena tertentu bagi kajian kes, individu atau kumpulan individu yang relevan dipilih sebagai unit analisis yang utama bagi memenuhi limitasi dalam soalan kajian (Yin, 2009).

Peserta kajian yang dipilih juga mempunyai pencapaian akademik bagi mata pelajaran Matematik yang berbeza dalam Peperiksaan Akhir Tahun (PAT) semasa mereka berada di Tahun Empat. Merujuk keputusan Penilaian Kendalian Sekolah

Rendah (PKSR) yang melibatkan PAT bagi mata pelajaran Matematik, antara lima murid Tahun Lima yang dipilih sebagai peserta kajian, didapati seorang murid mencapai Gred A yang bertaraf cemerlang, seorang murid mencapai Gred B yang bertaraf baik, dua murid mencapai Gred C yang bertaraf memuaskan, dan seorang murid yang lain pula mencapai Gred D yang bertaraf lemah. Taraf pencapaian yang cemerlang dan baik dikategorikan sebagai tahap tinggi, manakala taraf pencapaian yang memuaskan dikategorikan sebagai tahap sederhana, dan taraf pencapaian yang lemah pula dikategorikan sebagai tahap rendah. Pemilihan murid Tahun Lima dalam kajian ini turut dibantu oleh guru kelas dan guru mata pelajaran matematik bagi kelas Tahun Lima yang mana guru tersebut mengetahui latar belakang dan pencapaian akademik murid. Peserta kajian ini mempunyai kepelbagaian berdasarkan aspek latar belakang, jantina, dan pencapaian akademik yang berbeza antara satu sama lain. Kepelbagaian dalam peserta kajian ini diandaikan mempunyai tahap pengetahuan dan pengalaman pembelajaran yang berbeza. Perkara ini membolehkan pengkaji memperoleh maklumat yang lebih menyeluruh yang membabitkan perbezaan idea, pendapat, pengetahuan, pemahaman, dan tingkah laku serta menyumbang kepada kebolehyakinan instrumen yang digunakan dalam kajian ini.

Kajian ini menggunakan pendekatan pensampelan bukan kebarangkalian, iaitu kaedah pensampelan bertujuan dalam pemilihan peserta kajian. Peserta kajian yang dipilih melalui pensampelan bertujuan, merupakan sampel kajian yang boleh memberikan maklumat yang terperinci, mendalam, dan kaya (Creswell, 2008; Bogdan & Biklen, 2003). Pengkaji menggunakan kaedah pensampelan bertujuan untuk memilih peserta kajian dan lokasi kajian yang mana dapat membekalkan maklumat yang penting. Dalam hal ini, pengkaji memastikan peserta kajian yang dipilih memenuhi beberapa

kriteria berdasarkan tujuan kajian, iaitu (a) peserta kajian mewakili perkara yang diteliti yang membabitkan pemahaman tentang luas segi empat, (b) peserta kajian memberi gambaran yang mencukupi ciri heterogen dalam murid Tahun Lima membabitkan pengalaman pembelajaran yang berbeza, dan (c) membolehkan penelitian dibuat oleh pengkaji terhadap kalangan peserta kajian yang *representatif* bagi penjanaaan atau perkembangan konsep matematik yang diteliti dan konstruktivisme radikal yang mendasari kajian. Dengan kata lain, kaedah pensampelan bertujuan membabitkan dua aktiviti asas, iaitu menjelaskan ciri penting dalam populasi yang ditetapkan dan memilih sampel yang memenuhi ciri tersebut (Nik Azis, 2014).

Strategi pensampelan bertujuan yang digunakan bagi kajian ini ialah pensampelan variasi maksimum yang mana pengkaji memilih peserta kajian murid Tahun Lima yang berbeza antara satu sama lain dalam ciri yang tertentu. Misalnya, peserta kajian yang sah dalam kajian ini daripada kalangan murid Tahun Lima merupakan sasaran yang mempunyai pengalaman pembelajaran yang dilalui masing-masing dan memiliki pengetahuan yang dibina mengikut kebolehan masing-masing yang dianggap berbeza. Dengan kata lain, sampel kajian terdiri daripada individu yang mewakili tahap terendah dan tahap tertinggi dalam sesuatu pemboleh ubah yang mempunyai nilai yang selang (Nik Azis, 2014). Pendek kata, pensampelan variasi maksimum yang digunakan dalam kajian kes ini untuk membentuk pemahaman yang terperinci tentang fenomena utama (*central phenomenon*) bukan untuk membandingkan seorang murid dengan murid yang lain. Maklumat ringkas tentang lima orang peserta kajian dipaparkan dalam Jadual 3.1.

Jadual 3. 1

Maklumat Peribadi Peserta Kajian

| Peserta kajian | Kod nama | Jantina | Umur (tahun, bulan) | Keputusan PAT (Gred) | Taraf Pencapaian |
|-----------------------|-----------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Zaidi | Z | Lelaki | 11 tahun 4 bulan | A | Tinggi |
| Hamid | H | Lelaki | 11 tahun 2 bulan | B | Tinggi |
| Suraya | S | Perempuan | 10 tahun 8 bulan | C | Sederhana |
| Yasmin | Y | Perempuan | 10 tahun 11 bulan | C | Sederhana |
| Munira | M | Perempuan | 10 tahun 9 bulan | D | Rendah |

Kaedah Pengumpulan Data

Temu duga klinikal. Data yang dikumpulkan dalam kajian kes ini adalah data kualitatif jenis deskriptif yang bersumberkan temu duga klinikal yang mana perbualan atau komunikasi secara lisan dan bukan lisan oleh peserta kajian dibuat rakaman video dan audio, hasil penyelesaian tugas yang mengandungi catatan oleh peserta kajian, dan catatan pengkaji. Konstruktivisme radikal mengesyorkan kaedah temu duga klinikal sebagai kaedah yang sesuai untuk mengumpul data temu duga bagi meneliti pengetahuan matematik yang dimiliki oleh responden dari kaca mata mereka sendiri (Nik Azis, 2014). Malah, kaedah temu duga klinikal memberi pilihan kepada pengkaji dalam menentukan bila dan bagaimana mencetuskan pemikiran responden mengikut situasi temu duga tanpa menetapkan cara temu duga yang sama antara responden (diSessa, 2007; Ginsburg, 2009).

Kaedah temu duga klinikal dipelopori oleh Piaget (1929) dan dimajukan oleh Piaget dan Szeminska (1952) bagi mengkaji struktur pengetahuan dan proses penaakulan yang dipunyai oleh individu. Pada asasnya, temu duga klinikal adalah satu bentuk dialog

dan pengkaji merupakan satu unsur penting bagi proses penilaian dalam dialog tersebut (Nik Azis, 2016). Temu duga klinikal membabitkan tiga prosedur asas, iaitu pemerhatian tulen, penyoalan kritis, dan penilaian klinikal (Nik Azis, 2014, 2016). Istilah “klinikal” yang digunakan dalam kajian ini merujuk pemerhatian secara langsung terhadap tingkah laku peserta kajian dalam konteks interaksi satu dengan satu atau bersemuka (Aida Suraya, 1999; Nik Azis, 2014). Titik permulaan bagi semua kajian yang memberi tumpuan kepada pemikiran individu perlu dimulakan dengan pemerhatian langsung sebab semua tingkah laku responden sama ada dalam bentuk lisan atau bukan lisan merupakan data (Piaget, 1929). Dalam kajian ini, pemerhatian langsung dapat memberi petunjuk tertentu yang mana membantu pengkaji untuk mengawal pola interaksinya dengan peserta kajian semasa temu duga klinikal dijalankan. Dalam pada itu, pengkaji menjalankan pemerhatian secara terus terhadap tingkah laku responden semasa menyelesaikan masalah dan hal itu membolehkan pengkaji terarah kepada soalan spontan untuk dikemukakan kepada peserta kajian.

Dalam temu duga klinikal, penyoalan kritis merujuk soalan yang fleksibel, mencungkil, meneroka, dan intensif dikemukakan (Nik Azis, 2014). Sehubungan itu, beberapa variasi soalan membabitkan soalan lanjutan berbentuk perkembangan daripada soalan asal atau memulakan situasi pencetus yang baharu untuk memastikan kekentalan dan kejituan respons yang diberi oleh responden (Sharifah Norul Akmar, 2004). Soalan lanjutan yang ditanya kepada peserta kajian adalah untuk mencungkil pemikiran dan pengkaji turut serta dalam aliran pemikiran peserta kajian sehingga boleh mengenal pasti isu yang berpusatkan pendapat peserta kajian (Ginsburg, 2009). Dalam kajian ini, penyoalan kritis yang digunakan oleh pengkaji tidak terlalu bergantung pada set soalan dalam format berstruktur yang disediakan oleh pengkaji sebab soalan yang dikemukakan

secara bebas dan fleksibel kepada peserta kajian ditentukan oleh respons, tindakan, dan reaksi yang dipaparkan oleh mereka. Sebagai tambahan, pengkaji juga meninggalkan atau mengubahsuai soalan tertentu dalam urutan protokol temu duga secara spontan bagi situasi tugas yang berbeza untuk mengikuti respons semasa dan memperoleh gambaran tambahan yang dimiliki oleh peserta kajian tentang luas segi empat. Dalam pada itu, soalan berbentuk variasi lain atau soalan susulan yang ditanya oleh pengkaji masih bertumpu kepada sesuatu tugas yang sama bagi mencungkil, meneroka, dan mengenal pasti pengetahuan tentang luas segi empat yang paling canggih dimiliki oleh peserta kajian.

Dalam penilaian klinikal, penilaian pula merujuk penyemakan respons yang diberikan oleh peserta kajian, memperoleh penjelasan lanjut tentang sebarang pernyataan atau respons yang kurang jelas, dan pentafsiran dibuat terhadap respons peserta kajian (Nik Azis, 2014). Dalam kajian ini, pengkaji sentiasa peka terhadap respons peserta kajian yang kurang jelas. Dalam hal ini, pengkaji mentafsirkan respons atau tingkah laku peserta kajian yang dipaparkan, sambil menanya peserta kajian untuk memberikan pendapat lanjutan, alasan logik, contoh tambahan, penjelasan tentang penggunaan alat pengukuran dengan cara yang berbeza, dan cara penyelesaian lain daripada yang ditunjukkan. Selain itu, semua respons peserta kajian yang menunjukkan pemikiran yang khusus tentang sesuatu perkara yang berkaitan bentuk geometri dan ruang, pengkaji pula menyoal lebih lanjut untuk mendapatkan maklumat terperinci dan mendalam tentang konsep matematik yang khusus dimiliki oleh peserta kajian.

Seterusnya, kaedah temu duga klinikal yang dimajukan oleh konstruktivisme radikal adalah berlandaskan dua andaian, iaitu (a) apabila responden berhadapan dengan situasi matematik yang bermasalah, responden dianggap dapat menghasilkan cara

penyelesaian yang tersendiri, dan (b) sebarang pengetahuan yang membabitkan pelaksanaan tindakan dan operasi tidak boleh ditanamkan atau diterapkan secara sudah siap dalam diri responden, tetapi perlu dibina secara aktif oleh mereka (Nik Azis, 2014). Kaedah temu duga klinikal bertujuan mengumpul seberapa banyak data yang berkaitan dengan proses pemikiran responden. Sehubungan itu, terdapat tiga matlamat bagi temu duga klinikal mendasari kajian tentang pengetahuan matematik yang dimiliki oleh responden (Nik Azis, 2014), iaitu (a) mengenal pasti aktiviti intelektual yang digunakan oleh responden dalam pelbagai konteks yang berbeza, (b) memperincikan pengetahuan matematik untuk responden yang mendasari aktiviti intelektual tersebut, dan (c) membina model berdaya maju tentang konsep dan operasi matematik semasa yang dipunyai oleh responden.

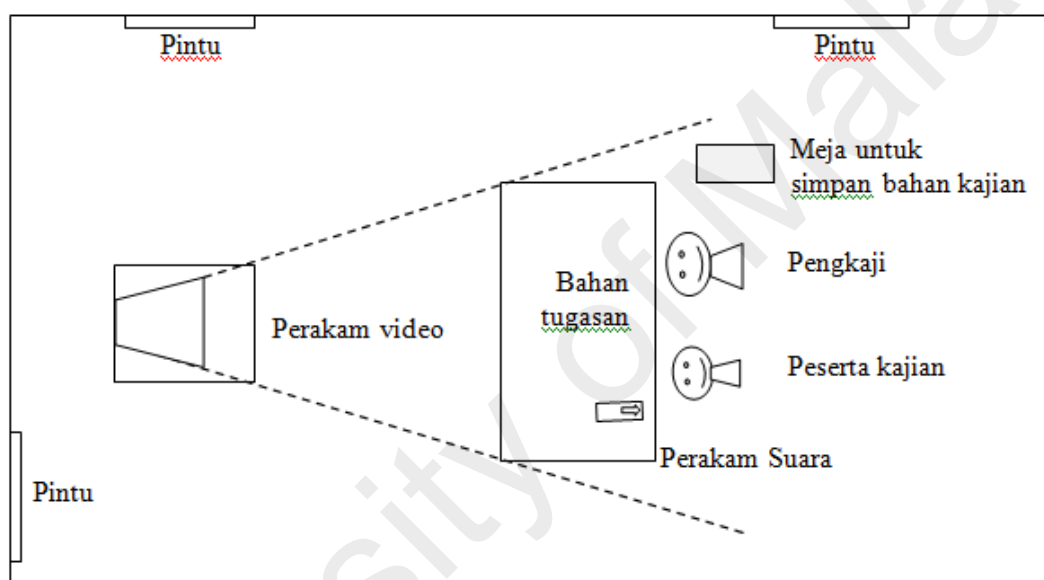
Berdasarkan andaian, tujuan, dan matlamat bagi temu duga klinikal, dalam kajian ini pengkaji telah memberi perhatian terhadap beberapa perkara bagi memastikan temu duga klinikal yang dilaksanakan oleh pengkaji boleh mengenal pasti pengetahuan tentang luas segi empat yang dipunyai oleh peserta kajian. Antara yang lain, pengkaji telah menyediakan satu rancangan temu duga klinikal dengan mengambil kira seberapa banyak kemungkinan perlakuan peserta kajian apabila menyelesaikan sesuatu tugas atau masalah berkaitan luas segi empat, masalah berkaitan luas segi empat dibentuk dengan cermat untuk memastikan semua peserta kajian berpeluang menggunakan pengetahuan yang paling mantap yang dipunyai oleh mereka, dan situasi tugas atau masalah berkaitan luas segi empat yang dibentuk dengan teliti untuk meningkatkan daya motivasi supaya peserta kajian ini berminat untuk menyelesaikan masalah yang dikemukakan. Dari landasan konstruktivisme radikal pula, suatu replika kajian yang tepat dalam sebarang temu duga klinikal adalah tidak mungkin kerana setiap masalah

yang ditujukan tidak akan ditanggapi sama oleh peserta kajian yang berlainan. Dengan kata lain, replika kajian tidak perlu menjadikan soal kerana kajian ini sesungguhnya mengambil kira kedinamikan, kepelbagaian, dan keunikan proses pemikiran dan pengetahuan yang dimiliki oleh setiap murid yang terlibat sebagai peserta kajian.

Prosedur pengumpulan data. Temu duga klinikal dijalankan mengikut jadual perancangan yang ditetapkan oleh pengkaji melalui persetujuan dengan pihak sekolah. Setiap individu daripada lima orang peserta kajian ditemu duga seorang demi seorang sebanyak tujuh kali dalam tempoh dua belas minggu dan setiap sesi temu duga mengambil masa antara 35 hingga 50 minit. Jadual sesi temu duga tidak mengganggu peserta kajian dalam mengikuti proses pengajaran dan pembelajaran dalam kelas semasa waktu persekolahan sebab peserta kajian ditemu duga selepas waktu persekolahan. Sehubungan itu, peserta kajian yang dijadualkan untuk mengikuti temu duga pada hari tertentu, ditemu duga selepas peserta kajian dapat berehat, makan, dan minum di kantin sekolah. Hal ini juga mendapat persetujuan daripada ibu bapa peserta kajian. Guru bertugas pula memastikan kehadiran peserta kajian ke sekolah pada hari temu duga dan menguruskan mereka ke bilik temu duga serta memastikan peserta kajian balik bersama ibu bapa mereka selepas tamat sesi temu duga.

Pihak sekolah menyediakan bilik khas di makmal komputer sekolah untuk pengkaji menjalankan sesi temu duga. Bilik temu duga yang berhawa dingin dilengkapi dengan susun atur sebuah meja besar untuk meletakkan bahan tugas dan menjalankan temu duga, meja untuk menyimpan bahan kajian, dua kerusi bagi peserta kajian dan pengkaji, satu perakam suara, dan satu perakam video. Pengkaji membuat pelarasan terhadap perakam video pada sudut pandangan yang luas dan lebar agar segala peristiwa yang berlaku semasa temu duga dapat dirakam. Peserta kajian dimaklumkan tentang

rakaman video yang dibuat bagi setiap sesi temu duga yang mereka lalui. Nampaknya, peserta kajian lebih bermotivasi untuk mengikuti perbualan dalam sesi temu duga apabila mereka dapat menonton semula muka mereka dalam rakaman video yang telah dilaksanakan. Sehubungan itu, semua sesi temu duga klinikal berjalan dengan lancar tanpa gangguan dan peserta kajian pula berasa selesa dan aktif untuk mengikuti temu duga secara individu. Rajah 3.1 memaparkan susun atur bilik temu duga klinikal.



Rajah 3.1: Susun atur bilik temuduga klinikal

Setiap sesi temu duga klinikal dalam kajian ini mengambil tempoh masa selama 35 hingga 50 minit seperti yang dinyatakan terlebih dahulu. Walau bagaimanapun, masa sebenar sesi temu duga bagi setiap peserta kajian adalah berbeza bergantung pada respons yang diberikan oleh peserta kajian. Pengkaji mencatat segala perbualan di antara pengkaji dengan peserta kajian dan interaksi tersebut di rekod menggunakan perakam audio. Langkah ini dapat meningkatkan kredibiliti data yang dikumpul. Sebagai tambahan, pengkaji menjalankan interaksi tidak formal terlebih dahulu bagi mengenali

peserta kajian dengan lebih dekat dan mewujudkan suasana yang kurang formal supaya semasa sesi temu duga, peserta kajian merasa mesra dan selesa dengan pengkaji. Data yang dikumpul secara tidak formal dalam temu duga klinikal yang bersifat fleksibel merupakan perkara yang amat berharga bagi seseorang pengkaji untuk memulakan sesi temu duga dengan soalan terbaik (Truran & Truran, 1998). Sehubungan itu, sebelum sesi temu duga pertama dijalankan dalam kajian ini, pengkaji berbual dengan peserta kajian tentang tarikh lahir, pekerjaan ibu-bapa, minat, hobi, dan bilangan adik-beradik dan sebagainya. Seterusnya, barulah pengkaji mengemukakan soalan temu duga kepada peserta kajian. Berdasarkan respons yang diberikan, soalan seterusnya akan diajukan untuk mendapat penjelasan yang terperinci tentang pendapat atau penyelesaian yang dikemukakan oleh peserta kajian sebelum itu. Jika tingkah laku peserta kajian menunjukkan bahawa mereka tidak memahami soalan yang diberikan secara lisan, maka pengkaji mengubahsuai semula cara menyoal yang berbeza bagi memudahkan peserta kajian memberi maklum balas yang berfokus kepada soalan yang dikemukakan.

Sepanjang temu duga, peserta kajian diberi galakan untuk memberi maklum balas dalam bentuk lisan atau bukan lisan tentang aktiviti yang sedang atau telah dilakukan. Jika peserta kajian nampak ragu-ragu tentang respons yang diberikannya, pengkaji menanya soalan tambahan seperti “Adakah kamu pasti dengan jawapan itu?” untuk melihat sama ada peserta kajian pasti tentang respons yang diberikannya. Di samping itu, pengkaji dapat menentukan sama ada peserta kajian menggunakan pemikiran yang khusus atau tidak tentang sesuatu perkara. Dengan itu, soalan yang diajukan adalah tidak sama bagi peserta kajian yang berlainan tetapi masih lagi dalam ruang lingkup persoalan kajian.

Kaedah temu duga klinikal juga mempunyai batasan tertentu. Misalnya, pengkaji hanya dapat mengenal pasti pengetahuan yang dimiliki oleh responden. Selain itu, kaedah temu duga klinikal banyak bergantung pada kualiti refleksi dan lisan yang dibuat oleh peserta kajian semasa menyelesaikan masalah matematik yang diberikan, keupayaan pengkaji untuk mengemukakan penyoalan spontan, perancangan kontingensi atau luar biasa, dan kreativiti pengkaji (Nik Azis, 2014). Bagi mengatasi batasan dalam temu duga klinikal yang membabitkan proses pemerhatian tulen, penyoalan, dan penilaian klinikal, dalam kajian ini, pengkaji telah mengambil beberapa langkah dalam perancangan dan pelaksanaan temu duga, iaitu merancang temu duga secara teliti dengan mengambil kira seberapa banyak kemungkinan tingkah laku peserta kajian semasa menyelesaikan tugas matematik seperti luas segi empat yang diberikan, tugas matematik yang berkaitan perimeter segi empat, luas segi empat, dan isi padu kuboid disediakan sebaik yang mungkin untuk memberi peluang kepada peserta kajian menggunakan pengetahuannya yang paling berdaya maju yang dimiliki, latar belakang atau situasi tugas matematik tersebut dibentuk dengan teliti untuk meningkatkan motivasi demi memastikan peserta kajian berminat dalam mencuba setiap bahagian tugas yang dilaluinya, dan peserta kajian diberi peluang untuk berjaya menyelesaikan tugas yang diberikan dengan campur tangan terarah dan bantuan yang sesuai oleh pengkaji.

Instrumentasi

Kajian kes ini menggunakan tujuh protokol temu duga yang berbeza sebagai instrumen utama untuk pengumpulan data. Setiap protokol temu duga mengandungi sub-instrumen. Secara spesifik, bagi mengenal pasti pemahaman murid Tahun Lima tentang

luas segi empat sejumlah dua belas sub-instrumen digunakan untuk pengumpulan data, iaitu (a) gambaran mental segi tiga dan segi empat, (b) pentafsiran perwakilan rajah segi empat dan bukan contoh segi empat, (c) perwakilan segi empat, (d) gambaran mental luas dan perimeter segi empat serta isi padu kuboid, (e) makna perimeter, (f) makna luas, (g) makna isi padu, (h) makna unit perimeter, (i) makna unit luas, (j) makna unit isi padu, (k) mencari luas segi empat, dan (l) penyelesaian masalah membabitkan luas segi empat.

Setiap sub-instrumen atau tugas dalam protokol temu duga klinikal dibentuk dengan menggabungkan idea pengkaji sendiri dan diubahsuai dan diadaptasikan daripada beberapa kajian lepas (Battista, 2004; Battista & Clements, 1996, 1998; Battista, Clements, Arnoff, Battista, & Burrow, 1998; Clements & Battista, 1992; Huang, 2008), tugas 12.1 diadaptasi dari item ujian matematik Gred 4 bagi topik pengukuran dalam *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) pada tahun 2003, tugas 12.1.1 dan 12.1.2 diadaptasi item ujian matematik Gred 4 bagi topik luas dalam *Nasional Assessment of Educational Progress* (NAEP) pada tahun 2007 dan 2009, dan beberapa laman sesawang ilmiah.

Pada umumnya, sub-instrumen yang disediakan dalam protokol temu duga klinikal bertujuan mengenal pasti pemahaman murid dalam perkara yang membabitkan luas segi empat. Perkara yang diberi fokus dalam instrumen gambaran mental ialah penjelasan peserta kajian tentang seberapa banyak imej yang terbentuk dalam fikiran mereka apabila disebut oleh pengkaji perkataan seperti segi tiga, segi empat, luas segi tiga, luas segi empat, perimeter segi empat dan isi padu kuboid. Manakala perkara yang difokuskan dalam instrumen pentafsiran perwakilan rajah segi empat ialah pemahaman peserta kajian tentang bentuk rajah segi empat dan bukan contoh segi empat.

Pemahaman peserta kajian tentang rajah segi empat seperti segi empat selari, segi empat sama, segi empat tepat, rombus, dan trapezium juga boleh dikenal pasti melalui instrumen perwakilan segi empat. Instrumen makna pula memberi fokus kepada pemahaman peserta kajian tentang perimeter segi empat, luas segi empat, isi padu kuboid, dan isi padu kubus. Dalam perkara ini, alat pengukuran yang berbeza diberikan untuk peserta kajian mengukur perimeter rajah segi empat dan luas rajah segi empat, isi padu kubus, dan isi padu kuboid. Seterusnya, peserta kajian mentafsir tentang perimeter, luas, dan isi padu dengan menggunakan pengetahuan yang dimilikinya tentang ukuran tersebut. Seterusnya, instrumen penyelesaian masalah pula memberi fokus kepada pemahaman murid tentang cara dan strategi penyelesaian yang dimiliki oleh peserta kajian dalam menyelesaikan masalah yang membabitkan luas segi empat seperti mencari luas kawasan berlorek, membentuk rajah dengan nilai keluasan tertentu, menentukan rajah yang mempunyai luas terbesar, dan menentukan luas keseluruhan rajah segi empat yang mempunyai kawasan berlorek dengan nilai keluasan yang diberi.

Kajian kes ini menggunakan dua belas sub-instrumen atau tugas yang berbeza untuk mendapatkan maklumat berkaitan pemahaman setiap peserta kajian tentang luas segi empat. Bagi protokol temu duga pertama (lihat Lampiran A) mengandungi tiga tugas, iaitu Gambaran Mental (GM1) tentang segi tiga dan segi empat, Pentafsiran Perwakilan Rajah Segi Empat (PRSE), dan Perwakilan Segi Empat (PSE). Dalam tugas tentang gambaran mental, peserta kajian diminta untuk menggambarkan seberapa banyak imej yang terlintas dalam fikiran mereka apabila pengkaji menyebut perkataan segi tiga dan segi empat. Tugas gambaran mental ini membolehkan pengkaji mengenal pasti imej yang terhasil secara serta merta dalam fikiran peserta kajian apabila mereka menggunakan pemahaman yang khusus dalam membayangkan

segi tiga dan segi empat tersebut. Bagi tugas tentang pentafsiran perwakilan rajah segi empat, peserta kajian diminta hanya membulatkan rajah segi empat daripada satu senarai enam belas rajah yang diberi dan menyatakan alasan dalam memilih rajah yang dianggap sebagai segi empat dan bukan contoh segi empat. Maklumat yang diperoleh daripada tugas ini boleh memberi beberapa petunjuk tentang penggunaan pemahaman segi empat yang dimiliki oleh peserta kajian.

Seterusnya, tugas tentang perwakilan segi empat pula dijalankan bagi peserta kajian mewakilkan rajah segi empat sama, segi empat tepat, rombus, trapezium, dan segi empat selari secara melukis. Sehubungan itu, pengkaji menyediakan alat seperti kertas, pensel, pemadam, dan pembaris untuk peserta kajian melukis rajah segi empat apabila ia disebut secara lisan. Peserta kajian juga diminta melukis beberapa rajah bagi mewakilkan satu rajah segi empat tertentu dan memberi penjelasan tentang setiap rajah yang dilukiskan. Tugas ini memberi maklumat tambahan kepada tugas gambaran mental dan pentafsiran perwakilan rajah segi empat.

Jadual 3. 2

Senarai instrumen dan tujuan

| Persoalan kajian | Nama instrumen dan sub-instrumen | Tujuan dan sub-tujuan |
|--|--|--|
| Apakah gambaran mental yang dipunyai oleh murid Tahun Lima tentang segi empat? | Gambaran Mental (GM1) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang seberapa banyak gambaran mental yang dimilikinya tentang segi tiga dan segi empat. |
| Bagaimanakah murid Tahun Lima mentafsirkan perwakilan rajah segi empat yang diberikan? | Pentafsiran Perwakilan Rajah Segi Empat (PRSE) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang rajah segi empat dan bukan contoh rajah segi empat. |
| Bagaimanakah murid Tahun Lima mewakilkan segi empat? | Perwakilan Segi Empat (PSE) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang rajah segi empat yang diwakilkan secara melukis. |
| Apakah gambaran mental yang dipunyai oleh murid Tahun Lima tentang luas segi empat? | Gambaran Mental (GM2) | Penjelasan oleh peserta kajian bagi seberapa banyak gambaran mental yang dimilikinya tentang luas segi empat, luas segi tiga, perimeter segi empat, dan isi padu kuboid. |
| Apakah makna yang dimiliki oleh murid Tahun Lima tentang luas segi empat? | Makna Perimeter (MP) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang makna yang dimilikinya bagi perimeter penutup tin. |
| | Makna Luas (ML) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang makna yang dimilikinya bagi luas segi empat. |
| | Makna Isi padu (MI) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang makna yang dimilikinya bagi isi padu kubus. |

Jadual 3.2
(sambungan)

| Persoalan kajian | Nama instrumen dan sub-instrumen | Tujuan dan sub-tujuan |
|---|--|--|
| | Makna Unit Perimeter (MUP) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang makna yang dimilikinya bagi perimeter segi empat apabila alat pengukuran yang berbeza digunakan. |
| | Makna Unit Luas (MUL) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang makna yang dimilikinya bagi luas segi empat apabila alat pengukuran yang berbeza digunakan. |
| | Makna Unit Isi padu (MUI) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang makna yang dimilikinya bagi isi padu kuboid apabila alat pengukuran yang berbeza digunakan. |
| Bagaimanakah murid Tahun Lima mencari luas segi empat? | Mencari Luas Segi Empat (MLSE) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang cara yang digunakan dalam mencari luas kawasan berlorek dalam rajah segi empat. |
| Bagaimanakah murid Tahun Lima menyelesaikan masalah membabitkan luas segi empat dalam konteks yang berbeza? | Penyelesaian Masalah Luas Segi Empat (PMLSE) | Penjelasan oleh peserta kajian tentang strategi yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam membentuk suatu rajah dengan nilai keluasan tertentu, menentukan rajah yang mempunyai keluasan terbesar, dan mencari luas keseluruhan bagi rajah segi empat jika bahagian berlorek dalam rajah tersebut diberi nilai keluasan tertentu. |

Protokol temu duga kedua (lihat Lampiran B) mempunyai dua tugas, iaitu Gambaran Mental (GM2) yang dipunyai oleh peserta kajian tentang luas segi tiga, luas segi empat, perimeter segi empat, dan isi padu kuboid. Dalam tugas gambaran mental ini, peserta kajian yang mengalami kesukaran untuk menjelaskan secara lisan, diminta untuk melukis imej yang terbayang dalam fikiran mereka pada kertas yang diberikan. Tugas kedua pula tentang Makna Perimeter (MP) yang mana peserta kajian menentukan perimeter penutup tin dengan beberapa alat pengukuran membabitkan benang, pembaris, kalkulator, dan botol air. Dalam tugas ini, peserta kajian diminta untuk mentafsirkan makna yang dimilikinya tentang perimeter penutup tin.

Seterusnya, bagi protokol temu duga ketiga (lihat Lampiran C) melibatkan dua tugas, iaitu Makna Luas (ML) dan Makna Isi padu (MI). Bagi tugas makna luas, peserta kajian diminta untuk mentafsirkan makna yang dimilikinya terhadap luas rajah segi empat. Dalam tugas ini, peserta kajian diberi tiga bilangan kadbod persegi yang berlainan panjang sisi untuk menentukan luas bagi rajah segi empat yang diberikan. Kemudian, peserta kajian diminta untuk mentafsirkan makna luas segi empat yang dibina oleh mereka berdasarkan pemahaman sedia ada yang dimilikinya tentang luas dan melalui penggunaan kadbod persegi tersebut. Bagi tugas makna isi padu pula, peserta kajian diminta menentukan isi padu bagi satu objek kubus dengan menggunakan tiga bilangan kubus yang berlainan panjang sisi, kemudian diminta mentafsirkan makna yang dimilikinya terhadap isi padu bagi objek kubus tersebut.

Jadual 3. 3

Senarai Protokol Temu Duga Klinikal dan Penerangan

| Protokol temu duga | Penerangan |
|--|--|
| Temu duga pertama | |
| Gambaran Mental (GM1) | Peserta kajian diminta untuk memberi seberapa banyak gambaran mental tentang segi tiga dan segi empat. |
| 1.1 Gambaran mental segi tiga (GM1ST) | |
| 1.1.1 Gambaran mental segi empat (GM1SE) | |
| Pentafsiran Perwakilan Rajah Segi Empat (PRSE) | Peserta kajian diberi satu senarai rajah yang berbeza dan diminta untuk menentukan rajah segi empat dan bukan contoh segi empat. Peserta kajian juga diminta menjelaskan perbezaan dan persamaan yang terdapat dalam rajah tersebut. |
| 2.1 Sisi empat | |
| 2.1.1 Segi empat tepat | |
| 2.1.2 Segi empat sama | |
| 2.1.3 Segi empat selari | |
| 2.1.4 Rombus | |
| 2.1.5 Trapezium | |
| 2.1.6 Segi tiga sama sisi | |
| 2.1.7 Segi tiga sama dua sisi | |
| 2.1.8 Segi tiga bersudut tegak | |
| 2.1.9 Pentagon | |
| 2.1.10 Heksagon | |
| 2.1.11 Bulatan | |
| 2.1.12 Poligon tak sekata | |
| 2.1.13 Bukan poligon | |
| Perwakilan Segi Empat (PSE) | Peserta kajian diminta untuk melukis rajah segi empat yang disebut secara lisan oleh pengkaji. |
| 3.1 Segi empat sama | |
| 3.1.1 Segi empat tepat | |
| 3.1.2 Rombus | |
| 3.1.3 Trapezium | |
| 3.1.4 Segi empat selari | |
| Temu duga kedua | |
| Gambaran Mental (GM2) | Peserta kajian diminta untuk memberi seberapa banyak gambaran mental tentang luas segi empat, luas segi tiga, perimeter segi empat, dan isi padu kuboid. |
| 4.1 Luas segi empat (GM2LSE) | |
| 4.1.1 Luas segi tiga (GM2LST) | |
| 4.1.2 Perimeter segi empat (GM2PSE) | |
| 4.1.3 Isi padu kuboid (GM2IK) | |

Jadual 3.3
(sambungan)

| Protokol temu duga | Penerangan |
|---|---|
| <p>Makna Perimeter (MP) Menentukan perimeter penutup tin dengan menggunakan alat pengukuran seperti berikut:</p> <p>5.1 Benang 5.1.1 Pembaris 5.1.2 Kalkulator 5.1.3 Botol Air</p> <p>Temu duga ketiga</p> <p>Makna Luas (ML) Menentukan luas rajah segi empat yang mempunyai panjang sisi 6 cm dengan menggunakan alat pengukuran seperti berikut:</p> <p>6.1 Pembaris berukuran cm. 6.1.1 Kadbod persegi dengan panjang sisi 1 cm. 6.1.2 Kadbod persegi dengan panjang sisi 2 cm. 6.1.3 Kadbod persegi dengan panjang sisi 3 cm.</p> <p>Makna Isi padu (MI) Menentukan isi padu objek kubus yang mempunyai panjang sisi 6 cm dengan menggunakan alat pengukuran seperti berikut:</p> <p>7.1 Pembaris. 7.1.1 Objek kubus dengan panjang sisi 1 cm. 7.1.2 Objek kubus dengan panjang sisi 2 cm. 7.1.3 Objek kubus dengan panjang sisi 3 cm.</p> <p>Temu duga keempat</p> <p>Makna Unit Perimeter (MUP) Mengukur perimeter rajah segi empat yang mempunyai panjang sisi 12 cm dengan menggunakan alat pengukuran seperti berikut:</p> <p>8.1 Pembaris 8.1.1 Cungkil gigi 8.1.2 Duit syiling 8.1.3 Klip kertas 8.1.4 Straw 8.1.5 Kadbod persegi dengan panjang sisi 1 cm. 8.1.6 Kadbod persegi dengan panjang sisi 2 cm. 8.1.7 Kadbod persegi dengan panjang sisi 3 cm. 8.1.8 Kadbod berbentuk segi tiga.</p> | <p>Peserta kajian diminta mentafsirkan perimeter penutup tin dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.</p> <p>Peserta kajian diminta mentafsirkan luas rajah segi empat dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.</p> <p>Peserta kajian diminta mentafsirkan isi padu objek kubus dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.</p> <p>Peserta kajian diminta mentafsirkan perimeter rajah segi empat dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.</p> |

Jadual 3.3
(sambungan)

| Protokol temu duga | Penerangan |
|---|---|
| Temu duga kelima | |
| <p>Makna Unit Luas (MUL) Mengukur luas rajah segi empat yang mempunyai panjang sisi 12 cm dengan menggunakan alat pengukuran seperti berikut:</p> <p>9.1 Pembaris 9.1.1 Cungkil gigi 9.1.2 Duit syiling 9.1.3 Klip kertas 9.1.4 Straw 9.1.5 Kadbod persegi dengan panjang sisi 1 cm. 9.1.6 Kadbod persegi dengan panjang sisi 2 cm. 9.1.7 Kadbod persegi dengan panjang sisi 3 cm. 9.1.8 Kadbod berbentuk segi tiga</p> | <p>Peserta kajian diminta mentafsirkan luas rajah segi empat dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.</p> |
| Temu duga keenam | |
| <p>Makna Unit Isi padu (MUI) Pengukuran isi padu objek kuboid yang berukuran panjang 12 cm, lebar 6 cm, dan tinggi 6 cm dengan alat pengukuran seperti berikut:</p> <p>10.1 Pembaris 10.1.1 Cungkil gigi 10.1.2 Duit syiling 10.1.3 Klip kertas 10.1.4 Straw 10.1.5 Kadbod persegi dengan panjang sisi 1 cm. 10.1.6 Kadbod persegi dengan panjang sisi 2 cm. 10.1.7 Kadbod persegi dengan panjang sisi 3 cm. 10.1.8 Kadbod berbentuk segi tiga. 10.1.9 Objek kubus dengan panjang sisi 1 cm. 10.1.10 Objek kubus dengan panjang sisi 2 cm. 10.1.11 Objek kubus dengan panjang sisi 3 cm.</p> | <p>Peserta kajian diminta mentafsirkan isi padu kuboid dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.</p> |

Jadual 3.3
(sambungan)

| Protokol temu duga | Penerangan |
|--|---|
| Temu duga ketujuh | |
| Mencari Luas Segi Empat (MLSE) | Peserta kajian diminta mencari luas kawasan berlorek dalam rajah segi empat tepat yang diberikan. Sebahagian daripada rajah segi empat tepat dalam tugas 11.1 dan 11.1.1 telah dilorek. |
| 11.1 Rajah segi empat tepat yang terdiri daripada gabungan 10 rajah segi empat sama. Setiap rajah segi empat sama mempunyai panjang sisi 1 cm. Sebahagian daripada rajah segi empat tepat dilorek. | |
| 11.1.1 Rajah segi empat tepat yang terdiri daripada gabungan 32 rajah segi empat sama. Setiap rajah segi empat sama mempunyai panjang sisi 1 cm. Sebahagian daripada rajah segi empat tepat dilorek. | |
| Penyelesaian Masalah Luas Segi Empat (PMLSE) | Peserta kajian diminta untuk menyambung suatu garisan tebal yang dilukis dalam rajah segi empat tepat bagi membentuk suatu rajah dengan keluasan 13 cm persegi. |
| 12.1 Rajah segi empat tepat yang terdiri daripada gabungan 48 rajah segi empat sama. Setiap rajah segi empat sama mempunyai panjang sisi 1 cm. | |
| 12.1.1 Satu senarai rajah segi tiga bersudut tegak, segi empat sama, segi tiga dua sama, dan segi empat tepat dilukis pada kertas bertitik. | Peserta kajian diminta untuk menentukan rajah yang mempunyai keluasan terbesar. |
| 12.1.2 Rajah segi empat sama mengandungi kawasan berlorek berbentuk segi tiga dan luasnya 8 cm persegi. | Peserta kajian diminta untuk menentukan luas bagi keseluruhan rajah segi empat sama yang diberikan |

Bagi protokol temu duga keempat (lihat Lampiran D) pula membabitkan satu tugas, iaitu Makna Unit Perimeter (MUP). Peserta kajian diberi sembilan alat pengukuran yang berbeza untuk menentukan perimeter bagi rajah segi empat yang diberikan. Dalam temu duga ini, peserta kajian diberi keadaan fleksibel dalam memilih alat pengukuran, kemudian diminta untuk mencari perimeter dengan menggunakan alat

pengukuran tersebut. Dalam situasi ini, peserta kajian menggunakan pengetahuan yang dimilikinya untuk mentafsir tentang perimeter. Tindakan tersebut diteruskan sehingga peserta kajian berpeluang menggunakan semua alat pengukuran atau hanya memilih alat pengukuran tertentu bagi menyelesaikan masalah dalam tugas yang diberi oleh pengkaji. Protokol temu duga kelima (lihat Lampiran E) membabitkan tugas Makna Unit Luas (MUL) yang mana peserta kajian diminta mentafsir luas rajah segi empat dengan menggunakan sembilan alat pengukuran. Manakala, protokol temu duga keenam (lihat Lampiran F) pula membabitkan tugas Makna Unit Isi padu (MUI) yang mana peserta kajian mentafsir isi padu bagi kuboid dengan menggunakan dua belas alat pengukuran yang disediakan oleh pengkaji. Proses pelaksanaan temu duga kelima dan keenam adalah fleksibel seperti mana proses pelaksanaan temu duga keempat yang dinyatakan.

Dalam protokol temu duga yang ketujuh (lihat Lampiran G) pula mengandungi tiga tugas penyelesaian masalah membabitkan tugas Mencari Luas Segi Empat (MLSE) dan tugas Penyelesaian Masalah Luas Segi Empat (PMLSE). Bagi tugas mencari luas segi empat, peserta kajian diminta mencari luas bagi kawasan berlorek dalam dua rajah segi empat tepat yang berbeza diberikan. Kedua-dua rajah segi empat tepat itu terdiri daripada gabungan rajah segi empat sama yang mana bilangannya berbeza dan setiap panjang sisi bagi rajah segi empat sama itu bersamaan dengan 1 *cm*. Bagi tugas penyelesaian masalah luas segi empat pula, peserta kajian diminta menyelesaikan tiga soalan, iaitu menentukan rajah yang mempunyai luas terbesar, membentuk suatu rajah dengan nilai keluasan yang diberikan, dan menentukan luas bagi keseluruhan rajah segi empat sama apabila nilai keluasan bagi kawasan berlorek dalam rajah tersebut diberikan. Bagi tugas penyelesaian masalah ini, peserta kajian diminta

menunjukkan cara penyelesaian yang diperoleh pada kertas soalan dan seterusnya memberikan penjelasan tentang penyelesaian yang diperoleh.

Kebolehyakinan

Seterusnya, kajian kes ini memberi penekanan kepada kebolehyakinan (*trustworthiness*) bagi data yang dikumpulkan melalui instrumen protokol temu duga klinikal adalah munasabah dan boleh dipercayai. Kebolehyakinan dalam pengumpulan data dan pemprosesan analisis data membabitkan empat kriteria kualiti, iaitu kredibiliti (*credibility*) yang sepadan dengan kesahan dalaman, kebolehpindahan (*transferability*) yang sepadan dengan kesahan luaran, kebolehharian (*dependability*) yang sepadan dengan kebolehpercayaan, dan kebolehpastian (*confirmability*) yang sepadan dengan keobjektifan (Nik Azis, 2009, 2014).

Kredibiliti. Bagi meningkatkan kredibiliti, pengkaji dalam kajian ini telah menggunakan beberapa cara untuk membolehkan hasil kajian adalah munasabah dan secocok dengan data yang dikumpulkan. Berkaitan itu, kredibiliti bagi sesuatu kajian boleh dilihat dari aspek kecocokan antara pendapat peserta kajian dengan pendapat yang dianggap oleh pengkaji sebagai dimiliki oleh peserta kajian (Nik Azis, 2014). Dalam kajian ini, pengkaji menggunakan penyegitigaan data untuk mempertingkatkan kredibiliti hasil kajian, iaitu penyegitigaan dilaksanakan antara pemerhatian secara langsung, pengumpulan data melalui temu duga klinikal, dan hasil tugas oleh peserta kajian semasa sesi temu duga klinikal sebagai dokumen yang mengandungi penulisan, lukisan, lakaran, simbol, dan cara penyelesaian tertentu. Seterusnya, semasa sesi temu duga klinikal dijalankan, pendapat atau respons yang sama atau berbeza diberikan oleh setiap peserta kajian dalam setiap sesi temu duga didapati berdasarkan alasan tertentu

yang menunjukkan kekonsistenan dalam idea yang dimiliki atau perubahan dalam idea mereka. Dalam situasi tersebut, pengkaji menggunakan penyoalan lelaran (*iterative*), iaitu menyusun semula soalan mengikut keadaan dan mengemukakan soalan susulan bagi mendapatkan penjelasan lanjut daripada peserta kajian terhadap idea yang bercanggah antara konteks temu duga yang berbeza dijalankan. Dalam kajian ini, pengkaji turut memberi ruang masa dan menggalakkan setiap peserta kajian untuk respons sepanjang sesuatu sesi temu duga yang dijalankan bagi mengurangkan bias dan persepsi pengkaji. Dalam hal ini, setiap peserta kajian menjawab masalah yang dikemukakan oleh pengkaji dengan menggunakan idea, pendapat, alasan, cara, tingkah laku lisan, dan bukan lisan dari perspektif atau kaca mata peserta kajian sendiri yang bersifat realiti pengalaman dilalui masing-masing. Di samping itu, pengkaji menjelaskan kepada peserta kajian bahawa kebebasan diberi kepada mereka untuk berhenti daripada melibatkan diri dalam kajian pada bila-bila masa, pengkaji menjaga kerahsiaan bagi segala maklumat yang dikumpulkan daripada peserta kajian, dan menekankan bahawa tidak ada jawapan yang salah bagi soalan yang ditanya oleh pengkaji.

Kebolehpindahan. Dalam kajian ini, kriteria kebolehpindaan turut diberi tumpuan bagi membolehkan pengkaji lain mempertimbangkan kebolehpindaan dapatan kajian dan hasil kajian ini kepada situasi kajian lain. Pada kebiasaannya, pengkaji lain yang berada dalam parameter kajian yang hampir sama dengan sesuatu kajian, boleh melakukan pertimbangan kebolehpindaan dapatan kajian atau hasil kajian berdasarkan penjelasan yang diperoleh tentang fenomena pengumpulan data dan analisis data berasaskan kerangka teori yang digunakan (Babbie & Mouton, 2001; Marshall & Rossman, 2016). Sehubungan itu, pengkaji dalam kajian ini menyediakan laporan kajian kes untuk setiap peserta kajian yang mana satu kajian kes disertakan sebagai lampiran

(lihat Lampiran J) dan semua kajian kes turut dilampirkan dalam bentuk salinan elektronik (lihat Lampiran K), iaitu deskripsi yang tebal bagi tujuh sesi temu duga klinikal untuk setiap peserta kajian dalam mana tingkah laku mereka yang terperinci dan mendalam dipaparkan. Dalam pada itu, pengkaji menyediakan laporan kajian kes yang mengandungi protokol yang lengkap dengan maklumat lisan, bukan lisan, dan berkaitan konteksual kajian yang memberi peluang kepada pembaca dan pengkaji lain mengaitkan dapatan kajian ini dengan keadaan mereka, malah fenomena dalam kajian ini boleh digambarkan untuk perbandingan dengan fenomena yang timbul dalam situasi kajian mereka.

Kebolehharapan. Kebolehharapan juga diberi tumpuan dalam kajian ini bagi membolehkan deskripsi metodologi atau proses kajian dibuat secara mendalam dan konsisten serta didokumentasikan dengan lengkap untuk diakses oleh pengkaji lain dengan mudah (Nik Azis, 2014; Shenton, 2004). Dalam hal ini, pengkaji memastikan pemahaman peserta kajian tentang luas segi empat dikenal pasti melalui subkonstruk pemahaman yang membabitkan gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah. Instrumen protokol temu duga klinikal yang disediakan pula berdasarkan subkonstruk pemahaman dan digunakan oleh pengkaji untuk mengumpul maklumat terperinci dalam satu tempoh yang panjang secara konsisten bagi mengenal pasti idea dan pendapat peserta kajian berkaitan luas segi empat. Sehubungan itu, pengkaji mengambil tindakan penambahbaikan dalam protokol temu duga semasa pengumpulan data dilakukan dalam kajian rintis. Antara perkara yang diberi perhatian dalam penambahbaikan instrumen protokol temu duga ialah bahasa, istilah, susunan penyoalan, bentuk dan cara menyoal, dan bahan tugas (lihat Jadual 3.4). Dalam kajian ini, Kebolehharapan dalam aspek penambahbaikan instrumen protokol temu duga

dipertingkatkan oleh pengkaji dengan melakukan penambahbaikan secara spontan semasa temu duga klinikal dilaksanakan. Dalam pada itu, respons dan tingkah laku setiap peserta kajian semasa mengalami situasi tugas atau masalah yang dikemukakan oleh pengkaji merupakan fenomena utama diberi perhatian oleh pengkaji secara konsisten bagi penambahbaikan protokol temu duga.

Kebolehpastian. Bagi meningkatkan kebolehpastian kepada data yang dikumpulkan, hasil kajian ditafsirkan secara jelas dan munasabah daripada data yang dikumpulkan (Nik Azis, 2014; Patton, 2002). Dalam kajian ini, pengkaji mentafsir laporan kajian kes bagi setiap peserta kajian yang disediakan. Tafsiran pengkaji melaksanakan pentafsiran data berdasarkan konstruktivisme radikal terhadap setiap gabungan protokol mengikut tema tertentu antara laporan kajian kes bagi menghasilkan kategori tertentu yang disemak oleh penyelia dan dibuat penambahbaikan oleh pengkaji. Dengan itu, pengkaji atau pembaca lain dibekalkan maklumat yang munasabah tentang pengetahuan luas segi empat yang dimiliki oleh murid Tahun Lima berdasarkan konstruktivisme radikal.

Kajian Rintis

Satu kajian rintis dijalankan di sebuah sekolah rendah kebangsaan yang berhampiran dengan lokasi kajian kes utama atau yang sebenar dilaksanakan, iaitu sekolah rendah kebangsaan B di daerah Kinta Utara, negeri Perak. Sekolah B juga berada di kawasan berhampiran dengan bandar dan menjalankan satu sesi persekolahan seperti sekolah rendah kebangsaan A. Pengkaji memilih dua murid berlainan jantina, iaitu murid perempuan yang bernama Rozita dan murid lelaki yang bernama Hasrul (bukan nama sebenar) sebagai sampel kajian rintis daripada 40 murid kelas Tahun Lima

di sekolah B. Kedua-dua murid ini juga dipilih berdasarkan pencapaian akademik yang berbeza, iaitu Rozita berada pada tahap pencapaian tinggi, manakala Hazrul pula berada pada tahap pencapaian rendah dalam peperiksaan akhir tahun bagi mata pelajaran matematik semasa mereka di Tahun Empat. Pihak sekolah telah memberi kebenaran kepada pengkaji untuk menjalankan kajian rintis ini. Dalam masa yang sama, pihak sekolah juga telah membantu pengkaji untuk mendapatkan kebenaran ibu bapa untuk membenarkan anak mereka ditemu duga oleh pengkaji berkaitan pembelajaran murid dan persetujuan murid sendiri untuk mengambil bahagian dalam sesi temu duga klinikal yang dijalankan.

Kajian rintis ini bertujuan untuk meningkatkan kualiti dan keefisienan proses kajian sebenar atau utama (*main study*) dijalankan. Dalam hal ini, pengkaji telah memberi perhatian terhadap beberapa perkara yang berkaitan logistik dan mengumpul maklumat. Antara yang lain, maklumat logistik seperti kebolehbacaan, kecekapan, kebolehan, kredibiliti dan kebolehharapan, kepincangan, kejelasan, bias, dan kepraktisan boleh digunakan untuk meningkatkan kualiti prosedur dalam kajian utama (Nik Azis, 2014). Sehubungan itu, selepas sesi temu duga dijalankan kepada seorang murid, pengkaji meneliti beberapa perkara, iaitu kesesuaian instrumen kajian, cara pengendalian instrumen kajian, kandungan instrumen kajian, penilaian instrumen semasa temu duga, dan masa yang digunakan bagi setiap sesi temu duga. Rakaman video dan audio bagi sesi temu duga klinikal dan catatan pengkaji bagi ketiga-tiga sesi temu duga diteliti secara terperinci untuk diambil tindakan penambahbaikan. Instrumen yang asal dan penambahbaikan instrumen dipaparkan dalam Jadual 3.4.

Bagi aspek kepraktisan, pengkaji telah menghadapi masalah tempoh masa bagi setiap sesi temu duga klinikal, iaitu ketiga-tiga temu duga yang dijalankan mengambil

masa terlalu lama sehingga melebihi 60 minit. Pengkaji mengenal pasti bahawa bilangan sesi temu duga perlu ditambah supaya bilangan tugas bagi setiap sesi temu duga dapat dikurangkan berdasarkan tempoh masa yang diambil oleh setiap tugas. Setelah berbincang dengan penyelia, tiga sesi temu duga yang ditetapkan sebelum ini telah diubahsuai kepada tujuh sesi temu duga seperti dalam Jadual 3.3. Apabila murid yang kedua dalam kajian rintis ditemu duga, didapati tempoh masa bagi setiap sesi temu duga dapat dikekalkan di antara 35 hingga 50 minit. Berkaitan dengan itu, setiap tugas dalam sesi temu duga dapat dijalankan dengan lancar dan rasa ketidakselesaan murid untuk menjawab bilangan tugas yang berbeza dalam tempoh masa yang lama dapat diselesaikan.

Selain itu, bagi aspek kecekapan pengkaji dalam mengendalikan temu duga klinikal, prosedur pengumpulan data yang dilakukan oleh pengkaji dalam kajian rintis membolehkan dirinya dibiasakan dengan cara menjalankan temu duga klinikal yang membabitkan penggunaan bahan instrumen, interaksi dua hala antara pengkaji dengan peserta kajian, kemahiran menyoal melibatkan soalan yang bertumpu kepada subkonstruk pemahaman tertentu membabitkan gambaran mental, pentafsiran perwakilan rajah segi empat, perwakilan segi empat, makna perimeter, makna luas, makna isi padu, makna unit perimeter, makna unit luas, makna unit isi padu, penyelesaian masalah membabitkan luas segi empat, dan soalan secara spontan, penggunaan bahasa yang mudah difahami, penggunaan istilah matematik yang sesuai, dan kemahiran mencatat pemerhatian secara langsung. Kecekapan menjalankan prosedur kajian semakin bertambah dari satu sesi temu duga ke sesi temu duga yang berikutnya membolehkan pengkaji sentiasa dalam keadaan terancang dan berkemahiran untuk mengendalikan sesi temu duga dengan lancar. Pengkaji juga membuat refleksi terhadap

segala prosedur atau sesi temu duga klinikal yang dijalankan bagi mengenal pasti kekurangan yang dilalui dan berpeluang membaiki dan membuat penambahbaikan yang awal sebelum melaksanakan sesi temu duga yang berikutnya. Dalam hal ini, pengkaji juga kerap menghubungi dan mendapatkan idea penyelia yang sesuai dalam mengatasi prosedur pelaksanaan temu duga klinikal.

Jadual 3. 4

Instrumen Asal dan Penambahbaikan

| Instrumen dan sub-instrumen Asal | Penambahbaikan |
|---|---|
| <i>Soalan temu duga klinikal</i> | <i>Soalan temu duga klinikal yang diubahsuai</i> |
| Gambaran Mental (GM1) Gambaran Mental (GM2) | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Apa lagi yang kamu <i>fikirkan</i> tentang segi tiga? • Apa lagi yang kamu <i>fikirkan</i> tentang segi empat? • Adakah kamu <i>mempunyai fikiran</i> lain tentang luas segi empat? | <ul style="list-style-type: none"> • Apa lagi yang kamu <i>bayangkan</i> tentang segi tiga? • Apa lagi yang kamu <i>bayangkan</i> tentang segi empat? • Apa lagi yang kamu <i>bayangkan</i> tentang luas segi empat? |
| Pentafsiran Perwakilan Rajah Segi Empat (PRSE) | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kenapa rajah ini <i>dinamakan</i> sebagai segi empat? • Kenapa rajah ini tidak <i>dinamakan</i> sebagai segi empat? | <ul style="list-style-type: none"> • Kenapa kamu <i>pilih</i> rajah ini sebagai segi empat? • Kenapa kamu <i>tidak pilih</i> rajah ini sebagai segi empat? |
| Perwakilan Segi Empat (PSE) | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Boleh tak kamu <i>tunjukkan</i> segi empat sama? • Boleh tak kamu <i>tunjukkan</i> segi empat tepat? • Apa sebab kamu <i>fikirkan</i> yang ini segi empat? | <ul style="list-style-type: none"> • Boleh kamu <i>lukis</i> sebuah rajah segi empat sama? • Boleh kamu <i>lukis</i> sebuah rajah segi empat tepat? • Macam mana kamu tahu yang ini rajah segi empat? |

| Instrumen dan sub-instrumen Asal | Penambahbaikan |
|--|--|
| Soalan temu duga klinikal | Soalan temu duga klinikal yang diubahsuai |
| <p>Makna Perimeter (MP)</p> <p>Makna Luas (ML)</p> <p>Makna Isi padu (MI)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bagaimana kamu <i>tentukan perimeter</i> lain penutup tin ini? • Berapa kad biru <i>diperlukan</i> untuk menutup rajah ini? • Apakah <i>makna</i> kad ini? • Apakah <i>makna</i> kubus ini? <p>Makna Unit Perimeter (MUP)</p> <p>Makna Unit Luas (MUL)</p> <p>Makna Unit Isi padu (MUI)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bolehkah kamu <i>jelaskan</i> jawapan perimeter ini? • <i>Perimeter</i> rajah ini sama dengan perimeter bahan ini? • Apakah <i>makna</i> bilangan bahan ini? • Apakah <i>makna</i> bilangan kadbod ini? • Apakah <i>makna</i> bilangan kubus ini? <p>Mencari Luas Segi Empat (MLSE)</p> <p>Penyelesaian Masalah Luas Segi Empat (PMLSE)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Boleh kamu <i>jelaskan</i> jawapan luas ini? • Apa sebab kamu <i>tidak menentukan luas</i> dalam ruang rajah ini? • Mengapa kamu <i>anggap</i> rajah ini bukan luas terbesar? | <ul style="list-style-type: none"> • Ada tak cara lain untuk <i>mencari ukur keliling</i> penutup tin ini? • Berapa kad biru yang <i>kamu gunakan</i> untuk menutup rajah ini? • Kad yang kamu susun itu <i>menunjukkan</i> apa? • Kubus yang kamu susun ini <i>menunjukkan</i> apa? <ul style="list-style-type: none"> • Macam mana <i>kamu dapat ukur keliling</i> ini? • Bahan yang kamu susun ini sama tak dengan <i>ukur keliling</i> rajah ini? • Bilangan bahan ini dengan <i>luas rajah</i> sama tak? • Bilangan kadbod ini dengan <i>luas rajah</i> sama tak? • Bilangan kubus ini dengan <i>isi padu objek</i> ini sama tak? <ul style="list-style-type: none"> • <i>Macam mana</i> kamu dapat nilai <i>luas</i> ini? • Kenapa kamu <i>tak cari luas</i> di dalam rajah ini? • Kenapa kamu <i>tak pilih</i> rajah ini luas terbesar? |

Kaedah Analisis Data

Dalam kajian kes ini, data dianalisis dengan menggunakan kaedah analisis kandungan atau analisis teks. Secara spesifik, analisis kandungan kualitatif digunakan untuk menganalisis kandungan terpapar (*manifest content*) dan kandungan terpendam (*latent content*) dalam data yang dikumpulkan daripada sumber seperti rakaman video temu duga klinikal, rakaman audio, respons lisan, dan tingkah laku bukan lisan semasa temu duga klinikal dijalankan. Jenis kaedah analisis kandungan kualitatif yang digunakan dalam kajian ini ialah jenis sumatif berdasarkan taakulan induktif (Hsieh & Shannon, 2005). Analisis kandungan kualitatif jenis sumatif ini membolehkan analisis secara mendalam dilakukan untuk melibatkan makna tersurat, pola, dan tema yang terpendam dalam teks bagi fenomena khusus (Mayring, 2014; Nik Azis, 2014).

Dalam kajian ini, analisis kandungan kualitatif yang dijalankan adalah berlandaskan konstruktivisme radikal yang mana lima peringkat analisis bagi data yang dikumpulkan melalui temu duga klinikal (Nik Azis, 2014; Sharifah Norul Akmar, 2004), iaitu pada tahap pertama, rakaman video temu duga klinikal ditranskripsikan ke dalam bentuk bertulis. Pada tahap kedua, data mentah dalam bentuk transkripsi disusun dan diolah mengikut subkonstruk tertentu setelah pembersihan data dilakukan. Pada tahap ketiga, kajian kes bagi setiap peserta kajian dibentuk berdasarkan maklumat daripada protokol bertulis. Pada tahap keempat, proses pengekodan dan tema bagi setiap protokol temu duga dilaksanakan secara bermakna. Akhirnya, pada tahap kelima, analisis merentas peserta kajian dibuat dan suatu kesimpulan keseluruhan tentang pemahaman yang dimiliki oleh peserta kajian dijalankan berdasarkan pola tingkah laku yang dikenal pasti.

Merujuk tahap pertama dalam analisis data, prosedur awal bagi memproses data bermula dengan penyediaan data. Dalam kajian ini, pengkaji menukarkan semua data komunikasi yang diperoleh dari temu duga klinikal kepada bentuk teks bertulis atau dokumen teks. Seterusnya, pengkaji mentranskripsikan temu duga klinikal mengikut langkah seperti: (a) menonton rakaman video sambil mentranskripsikan semua data komunikasi secara verbal antara pengkaji dengan peserta kajian kepada bentuk teks bertulis, (b) memastikan transkripsi data komunikasi verbal yang dibuat melibatkan tujuh sesi temu duga klinikal mengikut persoalan kajian, (c) mendengar rakaman audio bagi menyemak semula teks bertulis supaya data komunikasi verbal ditulis secara literal, iaitu seperti yang didengar, (d) pemerhatian seperti bunyi, perbuatan berdiam diri seketika, gerak badan, mimik muka turut dicatat pada teks bertulis.

Dalam tahap kedua analisis data, pengkaji mengolah dan menyusun semula data mentah atau teks bertulis kepada suatu susunan mengikut subkonstruk pemahaman yang membabitkan beberapa perkara, iaitu gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah. Dalam hal ini, teks bertulis disemak semula oleh pengkaji untuk pembersihan data dan mengasingkan data transkripsi yang tidak berkaitan dengan subkonstruk pemahaman tersebut. Selepas pembersihan data dibuat dengan lengkap, pengkaji mula memasukkan data tingkah laku bukan lisan dalam teks bertulis seperti catatan peserta kajian membabitkan cara penyelesaian yang ditunjukkan secara bertulis pada tugas, simbol, angka, lakaran, dan lukisan, serta cara penggunaan bahan tugas seperti alat pengukuran dan objek yang dibekalkan.

Seterusnya, tahap ketiga analisis data, pengkaji membentuk kajian kes bagi setiap peserta kajian secara berasingan. Bagi membentuk kajian kes, semua protokol bertulis yang lengkap bagi semua subkonstruk pemahaman digabungkan sebagai unit

analisis dalam suatu susunan yang lengkap berdasarkan persoalan kajian. Dalam pada itu, setiap protokol bertulis yang lengkap bagi setiap subkonstruk pemahaman dibahagikan kepada beberapa protokol atau unit makna yang bertumpu kepada aspek yang dikaji. Selanjutnya, tahap keempat analisis data dijalankan serentak dengan tahap ketiga yang mana membabitkan pembentukan tema dan pengekodan bagi protokol bertulis yang lengkap. Tema yang dibentuk bagi setiap protokol merujuk idea utama yang difokuskan dalam setiap sub-instrumen sesuatu tugas utama berdasarkan persoalan kajian.

Proses pengekodan pula dilakukan dengan menetapkan satu kod yang spesifik kepada setiap peserta kajian yang terlibat bagi sesuatu protokol (lihat Jadual 3.1), subkonstruk pemahaman, dan subkonstruk matematik membabitkan bentuk geometri dan ruang. Bagi subkonstruk pemahaman, pengkaji membentuk suatu set kod utama seperti berikut: (a) gambaran mental (GM), pentafsiran perwakilan rajah (PR), perwakilan (P), makna (M), dan penyelesaian masalah (PM). Bagi subkonstruk bentuk geometri dan ruang pula suatu set kod yang dibentuk adalah seperti yang berikut: (a) segi empat (SE), segi tiga (ST), luas (L), perimeter (P), dan isi padu (I). Misalnya, pengkaji membentuk satu contoh kod bagi protokol gambaran mental, iaitu Z1GMSE. Di dalam contoh ini, 'Z' merujuk nama peserta kajian, iaitu Zaidi, '1' merujuk angka untuk bilangan protokol, 'GM' merujuk subkonstruk pemahaman, iaitu gambaran mental, dan 'SE' merujuk subkonstruk bentuk geometri dan ruang, iaitu segi empat.

Pada tahap kelima analisis data, pengkaji melakukan analisis merentas peserta kajian bagi mengenal pasti kategori tertentu kepada setiap tema yang ditetapkan untuk sesuatu protokol. Dalam analisis merentas peserta kajian, pengkaji melakukan beberapa langkah untuk menghasilkan kategori, iaitu (a) mengumpul setiap kajian kes di bawah

tema yang sama, (b) analisis secara konseptual dibuat bagi gabungan setiap protokol yang mempunyai tema yang sama, iaitu himpunan cara berfikir khusus (*line of thought*) oleh setiap peserta kajian dirumuskan untuk mendapat pola pemikiran (*patterns of thought*) atau ciri fikiran yang disenaraikan sebagai kategori tertentu. Dalam hal ini, bagi membuktikan kategori yang menggambarkan ciri pemikiran khusus peserta kajian tentang pemahaman luas segi empat, pengkaji menyertakan beberapa contoh petikan protokol yang memaparkan tingkah laku peserta kajian membabitkan asimilasi dan akomodasi tertentu. Seterusnya, (c) interpretasi membabitkan pemberian makna kepada setiap kategori bagi semua tema yang dihasilkan dibuat berdasarkan persoalan kajian dengan berpandukan konstruktivisme radikal. Selain itu, pengkaji turut menjalankan interpretasi hasil kajian berdasarkan refleksi peribadi secara konseptual dan tinjauan literatur yang sedia ada sebagai kesimpulan keseluruhan kajian kes ini mengenai pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat.

Dalam analisis kandungan kualitatif, pengkaji terbatas kepada pengetahuan dan kemahiran untuk melakukan proses analisis bagi data yang dikumpulkan melalui temu duga klinikal. Misalnya, teks yang berasaskan temu duga klinikal dan pemerhatian dipengaruhi oleh kemahiran yang dimiliki oleh pengkaji dalam melakukan interaksi antara pengkaji dengan peserta kajian. Pada awalnya, pengkaji menganalisis kandungan terpapar, iaitu kandungan yang hampir dengan teks. Kemudiannya, apabila pengetahuan, pengalaman, kemahiran, dan keyakinan diri pengkaji berkembang secara berdaya maju dalam tempoh masa tertentu, pengkaji berupaya untuk mentafsirkan makna yang tersirat, iaitu kandungan terpendam pada tahap abstraksi yang menunjukkan tahap kematangan pemikiran pengkaji pada masa tersebut.

Rumusan

Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat. Reka bentuk kajian kes yang digunakan dalam kajian ini telah menyokong penelitian lebih mendalam dan terperinci tingkah laku peserta kajian dalam seting semula jadi yang membabitkan pengetahuan yang dimiliki dan digunakan dalam menjawab persoalan kajian seperti apa, bagaimana, dan mengapa. Kaedah temu duga klinikal yang dimajukan oleh konstruktivisme radikal digunakan dalam kajian ini untuk mengumpul data secara lisan dan bukan lisan yang diperhatikan pada peserta kajian apabila mereka mentafsir dan menyelesaikan masalah matematik berkaitan bentuk geometri dan ruang. Dalam perkara ini, pengkaji boleh menggunakan rakaman video dan audio untuk mengumpul data temu duga klinikal bagi memudahkan proses analisis data dijalankan.

Dalam kajian ini, data temu duga klinikal dianalisis dengan menggunakan kaedah analisis kandungan kualitatif jenis sumatif bagi meneliti makna, tema, dan pola yang tersurat dan tersirat dalam protokol bertulis serta membincangkan perkara yang timbul sebagai kategori tertentu yang membabitkan pemahaman tentang luas segi empat berlandaskan konstruktivisme radikal. Hasil daripada inkuiri kualitatif yang dilakukan oleh pengkaji dalam kajian ini bagi membentuk pemahaman yang mendalam tentang pengetahuan luas segi empat yang dimiliki oleh peserta kajian.

Pengkaji dapat membentuk kategori bagi setiap subkonstruk pemahaman membabitkan gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah. Seterusnya, kesimpulan umum tentang pengetahuan yang dipunyai oleh murid Tahun Lima tentang luas segi empat dijelaskan. Bagaimanapun, dapatan kajian ini tidak dapat dibuat generalisasi kepada seluruh populasi murid Tahun Lima tetapi boleh dijadikan

panduan terutama bagi sampel yang mempunyai ciri yang hampir sama dengan peserta kajian. Tambahan, kajian ini bertujuan untuk menjelaskan fenomena dalam pendidikan matematik berdasarkan konstruktivisme radikal yang digunakan. Segala penafsiran dan analisis yang dibuat adalah dari perspektif pengkaji berasaskan konstruktisme radikal. Seterusnya, analisis merentas kes yang membabitkan rumusan respons semua peserta kajian, pola tingkah laku yang khusus, persamaan dan perbezaan dalam respons, kategori bagi subkonstruk pemahaman dibincangkan dalam Bab 4.

Bab 4 Hasil Kajian

Pengenalan

Rumusan merentas peserta kajian. Dalam bab ini, analisis merentas lima peserta kajian dilakukan untuk mengenal pasti pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat. Analisis ini terbahagi kepada empat bahagian yang utama, iaitu gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah yang membabitkan luas segi empat.

Bagi gambaran mental, peserta kajian diminta untuk menggambarkan segi empat membabitkan perkataan segi tiga dan segi empat. Bagi perwakilan melibatkan tugas pentafsiran perwakilan rajah, iaitu peserta kajian diminta mengenal pasti rajah segi empat dan rajah bukan contoh segi empat daripada sejumlah rajah berbeza yang diberikan. Bagi tugas perwakilan secara melukis, peserta kajian diminta untuk melukis segi empat dan memberi penjelasan tentang rajah yang dilukisnya. Peserta kajian turut memberi gambaran mental tentang perimeter segi empat, luas segi empat, luas segi tiga, dan isi padu kuboid. Bagi tugas makna, peserta kajian diminta untuk mentafsir tugas membabitkan perimeter, unit perimeter, luas, unit luas, isi padu, dan unit isi padu, dalam mana peserta kajian menggunakan makna yang dimiliki mereka untuk menjalankan tafsiran. Bagi penyelesaian masalah pula, peserta kajian diminta menyelesaikan masalah yang membabitkan luas segi empat dengan menggunakan pemahaman tentang luas yang dipunyai mereka.

Kategori Gambaran Mental Segi Tiga dan Segi Empat

Dalam menggambarkan perkataan segi tiga dan segi empat, semua peserta kajian menggunakan tiga kategori, iaitu penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, dan penjelasan secara konkrit. Penerangan bagi ketiga-tiga kategori tersebut adalah seperti di bawah:

1. *Penjelasan berdasarkan ciri khusus.* Peserta kajian membayangkan suatu rajah dan menyatakan ciri khusus bagi rajah tersebut seperti sisi, bucu, dan permukaan dengan serta-merta atau secara merujuk rajah yang dilukis.
2. *Penjelasan secara figuratif.* Peserta kajian menggambarkan suatu rajah, kemudian melukis rajah geometri berbentuk dua dimensi atau rajah geometri berbentuk tiga dimensi.
3. *Penjelasan secara konkrit.* Peserta kajian menggambarkan objek konkrit yang mengandungi bentuk geometri yang spesifik, kemudian menyatakan objek berbentuk tiga dimensi itu mempunyai permukaan segi tiga atau segi empat.

Gambaran Mental Segi Tiga dan Segi Empat

Jadual 4.1 merumuskan penggunaan kategori penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, dan penjelasan secara konkrit oleh peserta kajian apabila memberi respons tentang perkataan segi tiga dan segi empat. Contoh penggunaan kategori tersebut disedut daripada petikan.

Jadual 4. 1

Pengelasan gambaran mental bagi segi tiga dan segi empat

| Kategori | Peserta kajian |
|------------------------------------|----------------|
| Penjelasan berdasarkan ciri khusus | Semua |
| Penjelasan secara figuratif | Semua |
| Penjelasan secara konkrit | Semua |

Zaidi. Apabila Zaidi diminta membayangkan secara serta-merta tentang segi tiga, beliau menutup mata seketika, kemudian menyatakan beberapa ciri khusus bagi perkataan segi tiga. Tingkah laku beliau dalam memberi penjelasan berdasarkan ciri khusus dipaparkan dalam Petikan 1.

Petikan 1: Sedutan daripada Protokol Z1GM1ST

- P: Jika saya sebut perkataan segi tiga, apakah yang kamu bayang serta merta?
Z: (Peserta kajian menutup mata dan diam seketika). Bucu...dia ada tiga bucu.
P: Selain itu, apa lagi yang kamu boleh bayang?
Z: Ada tiga garis.
...
P: Kenapa kamu sebut ada tiga bucu?
Z: Sebab hujung segi tiga tu ada tiga bucu.
P: Kenapa kamu sebut ada tiga garis?
Z: Mm...sebab kita lukis tiga garis...dia jadi segi tiga.

Dalam Petikan 1, Zaidi memberi penjelasan berdasarkan ciri khusus, dalam mana beliau menyatakan bahawa segi tiga yang dibayangkan itu mengandungi tiga bucu dan tiga sisi. Menurut beliau, tiga bucu merupakan tiga titik hujung pada segi tiga dan tiga sisi yang membentuk segi tiga tersebut. Seterusnya, penjelasan berdasarkan ciri khusus turut dipaparkan dalam tingkah laku oleh Hamid.

Hamid. Apabila Hamid diminta membayangkan perkataan segi empat, beliau menunjukkan tindakan untuk melukis rajah segi empat dan menjelaskan ciri khusus bagi

raja h segi empat tersebut. Tingkah laku Hamid dalam memberi penjelasan berdasarkan ciri khusus dan penjelasan secara figuratif dipaparkan dalam Petikan 2 di bawah.

Petikan 2: Sedutan daripada Protokol H2GM1SE

- P: Jika saya sebut perkataan segi empat, apakah yang kamu bayang serta-merta?
H: Bucu ada empat.
P: Selain itu, apa lagi yang kamu bayang?
H: Garis pun ada empat.
P: Apa lagi yang kamu bayang tentang segi empat?
M: Mm...tiada.
P: Boleh kamu tunjukkan segi empat?
H: (Peserta kajian diam seketika dan mula melukis sebuah raja h yang dianggap sebagai segi empat seperti di bawah). Mm...dah.



- P: Kenapa kamu kata yang ini segi empat? (menunjukkan raja h yang dilukis oleh peserta kajian sebagai segi empat).
H: Yang tepi ni (menunjukkan hujung pertemuan antara dua sisi di sebelah kanan atas bagi raja h yang dilukis) bucu. Di sini ada garis (menunjukkan sisi raja h yang dilukis).

Dalam Petikan 2, apabila Hamid menggambarkan segi empat, beliau memberi penjelasan berdasarkan ciri khusus, iaitu segi empat mengandungi bucu dan empat sisi. Seterusnya, beliau melukis raja h segi empat dan menyatakan terdapat bucu dan sisi pada raja h yang dilukis itu. Tindakan beliau ini menunjukkan bahawa penjelasan secara figuratif digunakan oleh Hamid untuk menjelaskan ciri khusus bagi raja h segi empat yang dilukis.

Suraya. Suraya menunjukkan gambaran yang terlintas dalam fikiran beliau secara serta-merta bagi perkataan segi empat adalah tentang bahan berbentuk konkrit. Tingkah laku Suraya dalam memberi penjelasan secara konkrit dipaparkan dalam Petikan 3.

Petikan 3: Sedutan daripada Protokol S2GM1SE

- P: Apa lagi kamu bayang jika saya sebut perkataan segi empat?
S: (Peserta kajian tutup mata seketika). Dia macam papan tulis.
P: Selain daripada ini, ada gambaran lain tak jika saya sebut segi empat?
S: Mm...kotak suis lampu.
P: Ada lagi?
S: Mm...tiada.
P: Kenapa kamu sebut papan tulis?
S: Sebab dia tu nampak macam segi empat sama di dalam kelas.
P: Kenapa kamu sebut kotak suis lampu?
S: Dia tu juga nampak macam segi empat sama.
P: Ada lagi kamu bayang jika saya sebut segi empat?
S: Mm...itu aje.

Dalam Petikan 3, penjelasan secara konkrit digunakan oleh Suraya apabila gambaran tentang segi empat merupakan bahan berbentuk konkrit seperti papan tulis dan kotak suis lampu. Menurut beliau, kedua-dua bahan tersebut adalah yang berbentuk segi empat sama.

Kesimpulan. Kesemua peserta kajian mempunyai lebih dari satu gambaran mental apabila mereka diminta memberi gambaran tentang perkataan segi tiga dan segi empat. Gambaran mental bagi semua peserta kajian secara umum dominan kepada tiga kategori, iaitu penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, dan penjelasan secara konkrit.

Kategori Pentafsiran Perwakilan Rajah Segi Empat

Dalam tugas pentafsiran perwakilan rajah segi empat, peserta kajian menentukan rajah segi empat atau bukan contoh segi empat dengan menggunakan tiga kategori, iaitu penentuan berdasarkan dimensi rajah, penentuan berdasarkan keselarian sisi, dan penentuan berdasarkan simetri rajah. Penjelasan tentang ketiga-tiga kategori tersebut adalah seperti di bawah:

1. *Penentuan berdasarkan dimensi rajah.* Dalam menentukan contoh dan bukan contoh segi empat, peserta kajian membandingkan dimensi rajah seperti sisi, bucu, atau saiz sisi bagi sesuatu rajah dengan rajah yang dianggap sebagai segi empat, kemudian mereka menandakan, menunjukkan, membilang, atau menyatakan kesamaan atau ketidaksamaan bilangan sisi, bilangan bucu, atau keserupaan atau tidak serupa saiz sisi, iaitu panjang atau pendek antara rajah tersebut.
2. *Penentuan berdasarkan keselarian sisi.* Dalam menentukan contoh dan bukan contoh segi empat, peserta kajian membandingkan sisi sesuatu rajah dengan sisi bagi rajah yang dianggap sebagai segi empat. Dalam pada itu, mereka menunjukkan atau menyatakan sisi berselari sama ada menyerupai atau tidak menyerupai sisi berselari bagi rajah yang dianggap sebagai segi empat.
3. *Penentuan berdasarkan simetri rajah.* Dalam menentukan contoh dan bukan contoh segi empat, peserta kajian menggambarkan sesuatu rajah menyerupai bentuk rajah yang dianggap sebagai segi empat apabila ia diputar ke arah yang tertentu atau menggambarkan putaran berlaku terhadap rajah tersebut.

Pentafsiran Perwakilan Rajah Segi Empat

Jadual 4.2 merumuskan penggunaan kategori penentuan berdasarkan dimensi rajah, penentuan berdasarkan keselarian sisi, dan penentuan berdasarkan simetri rajah oleh peserta kajian apabila menentukan rajah segi empat dan rajah bukan contoh segi empat. Contoh penggunaan kategori tersebut disedut daripada petikan.

Jadual 4. 2

Penentuan rajah segi empat dan rajah bukan contoh segi empat

| Kategori | Peserta kajian menentukan rajah | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| | Segi empat | Bukan contoh segi empat |
| Penentuan berdasarkan dimensi rajah | Semua | Semua |
| Penentuan berdasarkan selarian sisi | Munira, Suraya, Zaidi | Yasmin, Munira, Suraya, Zaidi |
| Penentuan berdasarkan simetri rajah | Yasmin, Zaidi | Yasmin, Munira, Suraya |

Yasmin. Kategori penentuan berdasarkan dimensi rajah digunakan oleh Yasmin apabila menentukan rajah segi empat dan rajah bukan contoh segi empat. Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 4 dan Petikan 5.

Petikan 4: Sedutan daripada Protokol Y3PRSE

- P: Sekarang, boleh kamu beritahu mengapa pilih Rajah 3?
- Y: Dia sama macam yang ini (menunjukkan Rajah 6).
- P: Macam mana kamu dapat tahu?
- Y: Sebab garisan sini...sini (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah atas dan bawah Rajah 6) sama macam sini (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah atas dan bawah Rajah 3).
- P: Adakah garisan ini (menunjukkan sisi sendeng di sebelah kanan Rajah 3) sama dengan Rajah 6?
- Y: Mm...dia tu cuma senget sedikit. Tapi...tepi dia sama juga.
- P: Mengapa kamu kata sama?
- Y: Sebab dia macam segi empat tepat. Atas dia panjang. Tepi dia pendek.
- P: Selain itu, apa sebab lain kamu kata Rajah 3 tu segi empat?
- Y: Mm...(diam seketika). Dia ada 4 garis macam yang ini (menunjukkan sisi Rajah 6)
- P: Apa lagi?
- Y: Mm...dia ada 4 bucu macam sini...sini...sini...sini (menunjukkan bucu di sebelah kiri atas dan bawah serta bucu di sebelah kanan atas dan bawah Rajah 6).

Petikan 5: Sedutan daripada Protokol Y4PRSE

- P: Boleh kamu beritahu, kenapa kamu tak pilih Rajah 8 sebagai segi empat?
- Y: Yang ini bukan segi empat. Ini ada satu, dua, tiga, empat, lima...ada lima bucu (peserta kajian membilang dan menunjukkan setiap titik hujung Rajah 8).
- P: Kalau ada lima bucu, rajah ini dipanggil apa? (menunjukkan Rajah 8).
- Y: Tak tahu nama dia. Bentuk ini tak belajar.
- P: Tapi, macam mana kamu tahu rajah ini (menunjukkan Rajah 8) ada bucu?

- Y: Sebab nampak hujung dia tajam. Jadi ada bucu.
 P: Kalau segi empat ada berapa bucu?
 Y: 4 bucu. Yang ni (menunjukkan Rajah 8) tak sama macam petak ni (menunjukkan Rajah 11).
 P: Kenapa kamu kata tak sama macam Rajah 11?
 Y: Sebab dia segi empat sama. Ada 4 bucu. Yang ni ada lima (menunjukkan Rajah 8).

Dalam Petikan 4, Yasmin menggunakan kategori penentuan berdasarkan dimensi rajah apabila membandingkan saiz sisi, bilangan sisi, dan bilangan bucu antara Rajah 3 dengan Rajah 6 yang dianggap sebagai segi empat tepat. Dalam pada itu, beliau menyatakan bahawa sisi mengufuk bersaiz panjang, manakala sisi sendeng pula bersaiz pendek seperti Rajah 6. Beliau menunjukkan bucu dan sisi pada Rajah 6 dan menyatakan kesamaan bilangan bucu dan bilangan sisi, iaitu empat bucu dan empat sisi seperti Rajah 6.

Seterusnya, dalam Petikan 5, Yasmin membandingkan dimensi rajah seperti bucu antara Rajah 8 dengan Rajah 11 yang dianggap sebagai segi empat, iaitu beliau membilang dan menunjukkan lima bucu pada Rajah 8, dalam mana ia tidak sama bilangannya dengan empat bucu pada Rajah 11. Dalam konteks ini, penentuan berdasarkan dimensi rajah digunakan oleh Yasmin untuk menentukan rajah bukan contoh segi empat.

Munira. Kategori penentuan berdasarkan selarian sisi digunakan oleh Munira apabila menentukan rajah segi empat. Beliau membandingkan selarian sisi mengufuk antara Rajah 3 dengan Rajah 6. Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 6.

Petikan 6: Sedutan daripada Protokol M3PRSE

- P: Boleh kamu beritahu kenapa pilih Rajah 3 sebagai segi empat?
 M: Sebab dia tu segi empat.
 P: Jadi, Rajah 3 tu segi empat apa?
 M: Nama dia segi empat aje.

- P: Macam mana kamu tahu rajah ini (menunjukkan Rajah 3) segi empat?
 M: Sebab garisan dia sama.
 P: Garisan mana yang sama?
 M: Ini dengan ini sama (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah atas dan bawah Rajah 3).
 P: Kalau garisan ini dengan ini (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah atas dan bawah Rajah 3) sama, boleh kamu panggil sebagai segi empat?
 M: Ha...(mengangguk kepala). Dia sama lurus macam garisan sini dengan sini (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah atas dan bawah Rajah 6).

Dalam Petikan 6, penentuan berdasarkan selarian sisi digunakan oleh Munira untuk menjelaskan bahawa Rajah 3 sebagai segi empat. Beliau menunjukkan dan menyatakan sisi mengufuk di sebelah atas dan bawah Rajah 3 menyerupai keselarian sisi mengufuk di sebelah atas dan bawah Rajah 6.

Zaidi. Penentuan berdasarkan simetri rajah pula digunakan oleh Zaidi apabila menentukan rajah segi empat. Beliau menggambarkan bahawa putaran terhadap rajah tertentu membawa bentuk yang menyerupai rajah yang dianggap sebagai segi empat. Tingkah laku Zaidi menggunakan kategori penentuan berdasarkan simetri rajah dipaparkan dalam Petikan 7.

Petikan 7: Sedutan daripada Protokol Z3PRSE

- P: Sekarang, boleh kamu beritahu kenapa kamu pilih Rajah 2 sebagai segi empat?
 Z: Dia ada 4 bucu. Mm...ada 4 garis.
 P: Macam mana kamu tahu?
 Z: Dia sama macam yang ini...(menunjukkan Rajah 11).
 P: Apa kamu nampak sama?
 Z: Bucu dia ada 4.
 P: Apa lagi yang sama?
 Z: Garisan dia sama panjang macam ni...(menunjukkan Rajah 11).
 P: Kalau begitu, apakah nama bagi Rajah 2?
 Z: Segi empat sama.
 P: Macam mana kamu dapat tahu?
 Z: Sebab sama...dia punya bentuk. Dia pusing sikit.
 P: Macam mana kamu tahu dia pusing sikit?
 Z: Mm...yang ni (menunjukkan Rajah 11) pusing atas sikit dia jadi macam ni (menunjukkan Rajah 2).

Dalam Petikan 7, Zaidi membandingkan Rajah 2 dengan Rajah 11 yang dianggap sebagai segi empat sama dan menyatakan kedua-dua rajah tersebut mengandungi bentuk yang serupa. Beliau menggunakan kategori penentuan berdasarkan simetri rajah, dalam mana tindakan putaran mengikut arah tertentu terhadap Rajah 11 boleh membawa keserupaan bentuk Rajah 2.

Kesimpulan. Semua peserta kajian menggunakan lebih dari satu kategori untuk mentafsir sesuatu rajah sebagai segi empat atau bukan contoh segi empat. Misalnya, Suraya dan Zaidi juga menggunakan kategori penentuan berdasarkan selarian sisi apabila menentukan rajah segi empat dan bukan contoh segi empat. Di samping itu, Yasmin turut menggunakan kategori penentuan berdasarkan simetri rajah bagi menentukan rajah segi empat dan bukan contoh segi empat. Secara umum, semua peserta kajian dominan dalam menggunakan kategori penentuan berdasarkan dimensi rajah apabila menentukan rajah segi empat atau bukan contoh segi empat.

Kategori perwakilan segi empat

Dalam konteks perwakilan, peserta kajian menggunakan kategori perwakilan secara figuratif, perwakilan berdasarkan dimensi rajah, dan perwakilan berdasarkan simetri rajah untuk mewakilkan rajah segi empat sama dan segi empat tepat semasa melukis. Dalam pada itu, beliau tiada pengetahuan untuk mewakilkan rajah rombus, trapezium, dan segi empat selari secara melukis. Penerangan bagi ketiga-tiga kategori tersebut adalah seperti di bawah:

1. *Perwakilan secara figuratif.* Peserta kajian menggambarkan suatu rajah geometri dua dimensi yang spesifik, kemudian melukis rajah tersebut.

2. *Perwakilan berdasarkan dimensi rajah.* Peserta kajian mewakili suatu rajah dua dimensi yang spesifik secara lakaran berdasarkan dimensi rajah seperti saiz sisi, bilangan sisi dan bilangan bucu tertentu.
3. *Perwakilan berdasarkan simetri rajah.* Peserta kajian mewakili suatu rajah dua dimensi yang spesifik secara lakaran berdasarkan simetri yang mana rajah tersebut dilukis mengikut arah putaran tertentu.

Perwakilan Segi Empat

Jadual 4.3 merumuskan penggunaan kategori perwakilan secara figuratif, perwakilan berdasarkan dimensi rajah, dan perwakilan berdasarkan simetri rajah oleh peserta kajian apabila mewakili rajah segi empat sama dan segi empat tepat dalam konteks melukis. Contoh penggunaan kategori tersebut disedut daripada petikan.

Jadual 4. 3

Perwakilan rajah segi empat

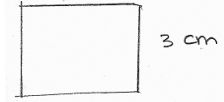
| Kategori | Peserta kajian |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Perwakilan secara figuratif | Semua |
| Perwakilan berdasarkan dimensi rajah | Semua |
| Perwakilan berdasarkan simetri rajah | Yasmin, Suraya |

Zaidi. Zaidi menggunakan kategori perwakilan secara figuratif dan perwakilan berdasarkan dimensi rajah apabila mewakili rajah segi empat sama dan segi empat tepat dalam konteks melukis. Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 8 dan Petikan 9.

Petikan 8: Sedutan daripada Protokol Z5PSE

P: ...Sekarang, boleh kamu lukis rajah untuk menunjukkan segi empat sama?

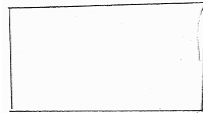
Z: Mm...(peserta kajian melukis sebuah rajah seperti di bawah dengan menggunakan pembaris). Dah.



Z: Mm...tiada (senyum).

P: Boleh kamu lukis rajah segi empat tepat?

Z: Mm...(peserta kajian melukis sebuah rajah seperti di bawah dengan menggunakan pembaris).



P: Selain daripada ini, ada tak rajah segi empat tepat yang lain?

Z: Tak ada.

Petikan 9: Sedutan daripada Protokol Z5PSE

P: Sekarang, boleh beritahu macam mana kamu tahu rajah ini...(menunjukkan rajah yang dilukis sebagai segi empat sama oleh peserta kajian) segi empat sama?

Z: Nama dia segi empat sama.

P: Mengapa kamu panggil dia segi empat sama?

Z: Garisan dia sama.

P: Garisan dia sama tu apa sebenarnya?

Z: Semua garisan ada ukuran sama.

P: Macam mana kamu tahu ukuran dia sama?

Z: Panjang dia nampak sama.

...

P: Selain itu, apa sebab lain kamu kata rajah ini (menunjukkan rajah yang dilukis) segi empat sama?

Z: Bucu dia ada empat.

P: Boleh kamu tunjukkan?

Z: Sini semua...(menunjukkan setiap titik hujung pertemuan antara dua sisi pada rajah yang dilukis sebagai segi empat sama).

P: Apa lagi?

Z: Garis dia ada empat.

P: Selain itu, apa lagi?

Z: Tiada...(menunjukkan muka senyum).

Dalam Petikan 8, Zaidi melukis rajah segi empat sama dan segi empat tepat apabila diminta mewakili perkataan segi empat sama dan segi empat tepat. Seterusnya, dalam Petikan 9, Zaidi menjelaskan bahawa rajah segi empat sama itu

dilukis berdasarkan dimensi rajah seperti saiz sisi yang sama panjang. Di samping itu, segi empat sama dianggap mengandungi sejumlah 4 sisi dan bucu. Hal ini menunjukkan bahawa Zaidi menggunakan perwakilan berdasarkan figuratif, di samping perwakilan berdasarkan dimensi rajah untuk mewakili semula gambaran beliau tentang perkataan segi empat sama dan segi empat tepat.

Yasmin. Perwakilan berdasarkan simetri rajah pula digunakan oleh Yasmin apabila mewakili rajah segi empat. Beliau menggambarkan bahawa putaran terhadap rajah tertentu membawa bentuk yang menyerupai rajah yang dianggap sebagai segi empat. Misalnya, tingkah laku Yasmin menggunakan kategori ini dipaparkan dalam Petikan 10.

Petikan 10: Sedutan daripada Protokol Y5PSE

- P: Apa sebab lain kamu kata rajah ni (menunjukkan rajah yang dilukis sebagai segi empat tepat) segi empat tepat?
Y: Kalau terbalik...dia sama je. Tak jadi lain.
P: Mengapa kamu kata begitu?
Y: Sebab segi empat tepat tu memang macam tu.
P: Mengapa kamu sebut tak jadi lain?
Y: Sebab kalau terbalik macam ini (menunjukkan putaran dari kanan ke atas dengan menggunakan tangan) tinggi dan lebar tak ubah. Dia nampak sama aje macam ni (menunjukkan rajah yang dilukis sebagai segi empat tepat).

Dalam Petikan 10, Yasmin menjelaskan bahawa rajah yang dilukis sebagai segi empat tepat tidak berubah bentuknya jika ia diputar dari kanan ke atas. Menurut beliau, sisi rajah segi empat tepat turut tidak berubah jika melalui putaran tertentu. Perkara ini menunjukkan Yasmin menggunakan kategori perwakilan berdasarkan simetri rajah untuk menjelaskan tentang rajah segi empat tepat yang dilukisnya.

Kesimpulan. Semua peserta kajian menggunakan lebih dari satu kategori untuk mewakili rajah segi empat sama dan segi empat tepat. Misalnya, Suraya juga

menggunakan perwakilan berdasarkan simetri rajah untuk mewakilkan rajah segi empat sama dan segi empat tepat. Secara umum, semua peserta kajian dominan dalam menggunakan kategori perwakilan berdasarkan dimensi rajah apabila menentukan rajah segi empat atau bukan contoh segi empat.

Kategori Gambaran Mental Luas dan Perimeter Segi Empat, dan Isi Padu Kuboid

Peserta kajian memberikan gambaran mental bagi perkataan luas segi empat, luas segi tiga, perimeter segi empat, dan isi padu kuboid. Gambaran mental yang diberikan oleh peserta kajian dibahagikan kepada enam kategori, iaitu penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, penjelasan secara konkrit, penjelasan secara lorekan ruang rajah, penjelasan secara simbol, dan penjelasan secara operatif. Keterangan bagi kategori penjelasan secara lorekan ruang rajah, penjelasan secara simbol, dan penjelasan secara operatif adalah seperti di bawah:

1. *Penjelasan secara lorekan ruang rajah.* Peserta kajian melorek rajah dua dimensi tertutup atau rajah tiga dimensi tertutup, kemudian menjelaskan bahagian yang dilorek sebagai luas atau isi padu bagi rajah yang dilukis.
2. *Penjelasan secara simbol.* Peserta kajian menandakan angka yang sama atau berbeza pada sisi tertentu bagi rajah yang dilukis.
3. *Penjelasan secara operatif.* Peserta kajian menjelaskan perimeter, luas atau isi padu yang diperoleh bagi sesuatu rajah yang dilukis sama ada melalui panjang satu sisi atau penambahan panjang sisi ataupun pendaraban antara panjang sisi.

Gambaran Mental Luas Segi Tiga dan Luas Segi Empat

Jadual 4.4 merumuskan penggunaan kategori penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, penjelasan secara konkrit, penjelasan secara lorekan ruang rajah, penjelasan secara simbol dan penjelasan secara operatif oleh peserta kajian apabila memberi respons tentang perkataan luas segi tiga dan luas segi empat.

Jadual 4. 4

Pengelasan gambaran mental bagi luas segi tiga dan luas segi empat

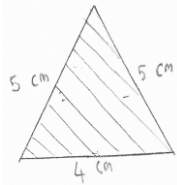
| Kategori | Peserta kajian | |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | Luas segi tiga | Luas segi empat |
| Penjelasan berdasarkan ciri khusus | Hamid, Zaidi | Hamid, Yasmin |
| Penjelasan secara figuratif | Semua | Semua |
| Penjelasan secara konkrit | Yasmin, Munira | Yasmin, Munira, Suraya |
| Penjelasan secara lorekan ruang rajah | Semua | Semua |
| Penjelasan secara simbol | Hamid | Hamid |
| Penjelasan secara operatif | Hamid, Yasmin, Munira, Suraya | Semua |

Hamid. Apabila Hamid diminta menggambarkan secara serta-merta tentang luas segi tiga, beliau menjelaskan tentang luas segi tiga dengan menggunakan lima kategori, iaitu penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, penjelasan secara lorekan ruang rajah, penjelasan secara simbol dan penjelasan secara operatif. Tingkah laku Hamid menggunakan kategori tersebut dipaparkan dalam Petikan 11.

Petikan 11: Sedutan daripada Protokol H7GM2LST

- P: Boleh kamu beritahu apa yang mula-mula kamu bayang jika saya sebut perkataan luas segi tiga?
H: Garisan dia tak sama.
P: Apa lagi yang kamu bayang?
H: Permukaan dalam.
P: Apa lagi?
H: Tiada (menggeleng kepala).

- P: Boleh kamu beritahu kenapa kamu kata garisan dia tak sama?
 H: Mm...segi tiga dia garisan tak sama.
 P: Boleh kamu tunjukkan?
 M: Boleh (peserta kajian melukis dan melorek ruang di dalam rajah seperti di bawah).



- P: Apa yang kamu buat?
 H: Dalam sini...(menunjukkan lorekan ruang di dalam rajah yang dilukis) luas dia.
 P: Kenapa kamu tulis 5 cm? (menunjukkan sisi sendeng bagi rajah yang dilukis).
 H: Yang ini dengan ni...(menunjukkan dua sisi sendeng di sebelah kiri dan kanan rajah yang dilukis sebagai segi tiga) sentimeter dia sama. Yang ni (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah bawah rajah yang dilukis) 4 cm aje.
 ...
 P: Bagaimana kamu kira 4 cm ini? (menunjukkan nilai ukuran panjang yang ditulis pada sisi mengufuk di sebelah bawah rajah yang dilukis).
 H: Luas sini (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah bawah rajah yang dilukis) 4 cm.
 P: Kalau begitu, berapakah luas bagi rajah yang kamu lukis?
 H: Sini (menunjukkan sisi sendeng di sebelah kiri bagi rajah yang dilukis) 5 cm. Bawah ini (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah bawah rajah yang dilukis) 4 cm.

Dalam Petikan 11, Hamid menggambarkan luas segi tiga dengan menyatakan segi tiga mengandungi sisi tak sama panjang dan permukaan. Hal ini menunjukkan beliau memberi penjelasan berdasarkan ciri khusus yang terdapat pada segi tiga yang digambarkan itu. Seterusnya, beliau memberi penjelasan secara figuratif tentang luas segi tiga dengan melukis rajah segi tiga, kemudian menggunakan penjelasan secara lorekan ruang rajah untuk memaklumkan bahawa ruang yang dilorek itu menggambarkan bahagian luas bagi rajah tersebut.

Dalam pada itu, beliau memberi penjelasan secara simbol dengan menandakan angka pada setiap sisi rajah segi tiga dan menyatakan bahawa angka tersebut menunjukkan nilai ukuran panjang bagi setiap sisi rajah segi tiga itu. Seterusnya, Hamid menggunakan penjelasan secara operatif untuk menjelaskan bahawa setiap panjang sisi pada rajah segi tiga masing-masing menunjukkan nilai ukuran luas pada sisi tersebut.

Zaidi. Apabila Zaidi diminta menggambarkan luas segi empat, beliau melukis rajah segi empat dengan menggunakan kategori penjelasan secara figuratif, kemudian melorek ruang dalam rajah tersebut untuk menjelaskan ia sebagai kawasan luas bagi rajah tersebut. Perkara ini dikategorikan sebagai penjelasan secara lorekan ruang rajah seperti di dalam Petikan 12.

Petikan 12: Sedutan daripada Protokol Z6GM2LSE

P: Kalau saya sebut perkataan luas segi empat, apakah yang mula-mula kamu bayangkan?

Z: Mm...segi empat.

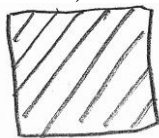
P: Selain daripada itu, apa lagi yang kamu bayangkan?

Z: Dalam dia.

...

P: Boleh kamu tunjukkan?

Z: Mm...(peserta kajian melukis rajah dan melorek ruang dalam rajah seperti di bawah). Dah.



...

P: Kenapa kamu lorek di dalam rajah ini? (menunjukkan rajah yang dilorek sebagai segi empat sama).

Z: Yang ini...(menunjukkan bahagian yang dilorek dalam rajah yang dilukis) luas dia.

Dalam Petikan 12, Zaidi menggunakan kategori penjelasan secara figuratif apabila menjelaskan gambaran beliau tentang perkataan luas segi empat. Beliau melukis suatu rajah yang dianggap sebagai segi empat sama sebab beliau membayangkan kesemua saiz sisi rajah tersebut sama panjang. Beliau turut menggunakan penjelasan secara lorekan ruang rajah untuk menyatakan bahawa ruang dua dimensi tertutup bagi rajah segi empat yang dilorek itu merupakan bahagian luas rajah tersebut. Seterusnya, Zaidi menggunakan penjelasan secara operatif untuk menyatakan tindakannya dalam mencari luas bagi rajah yang dilukis. Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 13.

Petikan 13: Sedutan daripada Protokol Z6GM2LSE

- P: Selain itu, apa lagi yang kamu bayangkan tentang luas segi empat? Macam mana kamu cari luas rajah ini (menunjukkan rajah yang dilukis).
Z: Darab dia kalau cari luas.
P: Apa yang kamu darab untuk mencari luas?
Z: Panjang garisan ini...(menunjukkan sisi mengufuk di sebelah atas rajah yang dilukis) darab panjang garisan ini...(menunjukkan sisi mencancang di sebelah kanan rajah yang dilukis).

Dalam Petikan 13, Zaidi menjelaskan bahawa luas segi empat diperoleh melalui hasil darab antara panjang sisi mengufuk dengan panjang sisi mencancang. Tindakan ini menunjukkan bahawa beliau menggunakan penjelasan secara operatif apabila menentukan luas bagi rajah segi empat yang dilukis.

Kesimpulan. Semua peserta kajian menggunakan lebih dari satu kategori untuk menggambarkan perkataan luas segi empat. Secara umum, semua peserta kajian dominan dalam menggunakan kategori penjelasan secara figuratif, penjelasan secara lorekan ruang rajah dan penjelasan secara operatif apabila menjelaskan gambaran tentang luas segi empat.

Gambaran Mental Perimeter Segi Empat

Gambaran mental bagi perimeter segi empat dikategorikan kepada penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, penjelasan secara konkrit, penjelasan secara simbol, dan penjelasan secara operatif. Perkara ini ditunjukkan dalam Jadual 4.5 di bawah.

Jadual 4. 5

Pengelasan gambaran mental tentang perimeter segi empat

| Kategori | Peserta kajian |
|------------------------------------|----------------|
| Penjelasan berdasarkan ciri khusus | Zaidi |
| Penjelasan secara figuratif | Semua |
| Penjelasan secara konkrit | Munira |
| Penjelasan secara simbol | Semua |
| Penjelasan secara operatif | Semua |

Munira. Gambaran mental tentang perimeter segi empat yang dipunyai Munira dikategorikan kepada penjelasan secara figuratif, penjelasan secara konkrit, penjelasan secara simbol, dan penjelasan secara operatif. Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 14.

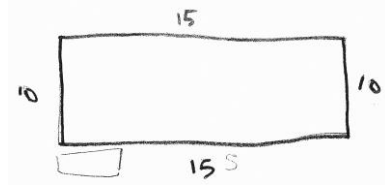
Petikan 14: Sedutan daripada Protokol M8GM2PSE

- P: Jika saya sebut ukur keliling segi empat, apakah yang kamu bayang?
M: Mm...(peserta kajian menutup mata seketika). Macam kertas.
P: Selain itu, apa lagi yang kamu bayang?
M: Dia macam papan tulis.
P: Apa lagi yang kamu bayang?
M: Mm...tiada.
P: Kenapa kamu kata ukur keliling segi empat macam kertas?
M: Dia macam segi empat tepat. Ukur dia dengan pembaris.
P: Kenapa kamu nak ukur dengan pembaris?
M: Ukur dia punya ukur keliling (senyum).
P: Kenapa kamu kata ukur keliling segi empat tu macam papan tulis?
M: Dia pun macam segi empat tepat. Ukur dia punya ukur keliling.

Dalam Petikan 14, Munira menggunakan penjelasan secara konkrit apabila menjelaskan gambaran beliau tentang perkataan perimeter segi empat. Gambaran yang terlintas dalam fikiran beliau tentang perimeter segi empat merupakan bahan berbentuk konkrit seperti kertas dan papan tulis. Menurut beliau, kertas dan papan tulis berbentuk segi empat tepat dan boleh diukur perimeter dengan menggunakan pembaris.

Petikan 15: Sedutan daripada Protokol M8GM2PSE

- P: Boleh kamu tunjukkan macam mana kamu cari ukur keliling?
M: Boleh (peserta kajian melukis sebuah rajah dan membuat catatan seperti di bawah). Dah.



- ...
- P: Kenapa atas dan bawah panjang? tepi dia pula pendek.
M: Sebab dia macam segi empat. Atas dia panjang. Tepi dia pendek.
P: Boleh kamu beritahu 15 dengan 10 tu sebenarnya apa?
M: Dia macam ukuran garisan sini...sini (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah atas dan bawah) 15 cm. Ukuran tepi dia macam 10 cm.
...
- P: Jadi, ukur keliling tu tambah yang mana?
M: Tambah semua sekali. Dia macam tambah 15 dengan 15 dapat 30. Tambah lagi 10 sini...(menunjukkan sisi mencancang di sebelah kiri rajah) dapat 40. Tambah 10 lagi dapat 50.
P: Jadi, 50 tu sebenarnya apa?
M: 50 cm.

Dalam Petikan 15, Munira melukis suatu rajah yang dianggap sebagai segi empat tepat sebab beliau membayangkan sisi mengufuk bersaiz panjang dan sisi mencancang bersaiz pendek. Dalam hal ini, beliau menggunakan penjelasan secara figuratif bagi menyatakan bentuk rajah segi empat yang digambarkan. Seterusnya, beliau menggunakan penjelasan secara simbol, dalam mana angka ditulis pada setiap sisi mengufuk dan sisi mencancang bagi menjelaskan nilai ukuran panjang sisi rajah tersebut. Apabila beliau menentukan perimeter bagi rajah segi empat tepat yang dilukis, beliau menggunakan penjelasan secara operatif, dalam mana beliau menjelaskan bahawa perimeter diperoleh melalui hasil tambah keempat-empat panjang sisi bagi rajah yang dilukis.

Kesimpulan. Semua peserta kajian menggunakan lebih dari satu kategori untuk menggambarkan perkataan perimeter segi empat. Secara umum, semua peserta kajian

dominan dalam menggunakan kategori penjelasan secara figuratif, penjelasan secara simbol dan penjelasan secara operatif apabila menjelaskan gambaran tentang perimeter segi empat.

Gambaran Mental Isi Padu Kuboid

Gambaran mental bagi isi padu kuboid dikategorikan kepada penjelasan secara figuratif, penjelasan secara konkrit, penjelasan secara lorekan ruang rajah, penjelasan secara simbol, dan penjelasan secara operatif. Perkara ini ditunjukkan dalam Jadual 4.6 di bawah.

Jadual 4. 6

Pengelasan gambaran mental tentang isi padu kuboid

| Kategori | Peserta kajian |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Penjelasan secara figuratif | Semua |
| Penjelasan secara konkrit | Zaidi, Hamid, Suraya |
| Penjelasan secara lorekan ruang rajah | Hamid, Munira |
| Penjelasan secara simbol | Zaidi, Suraya, Yasmin |
| Penjelasan secara operatif | Zaidi, Hamid, Suraya |

Zaidi. Gambaran mental tentang isi padu kuboid yang dimiliki Zaidi dikategorikan kepada penjelasan secara figuratif, penjelasan secara konkrit, penjelasan secara simbol, dan penjelasan secara operatif. Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 16.

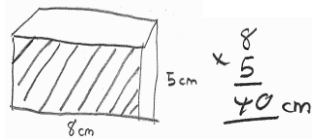
Petikan 16: Sedutan daripada Protokol Z9GM2IK

- P: Jika saya sebut perkataan “isi padu kuboid”, apakah yang mula-mula kamu bayangkan?
 Z: Macam kotak.
 ...
 P: Mengapa kamu kata macam kotak?
 Z: Kuboid tu...macam kotak.

Dalam Petikan 16, Gambaran mental Zaidi tentang isi padu kuboid sebagai kotak memaparkan tingkah laku beliau menggunakan penjelasan secara konkrit. Beliau membayangkan bahawa kuboid berbentuk seperti kotak.

Petikan 17: Sedutan daripada Protokol Z9GM2IK

- P: Boleh kamu tunjukkan isi padu dalam kuboid?
Z: Isi padu tu dalam sini...(peserta kajian melukis suatu rajah yang dianggap sebagai kuboid dan menunjukkan ruang dalam dari permukaan atas).
P: Kalau begitu, macam mana kamu mencari isi padu kuboid?
Z: Mm...(peserta kajian membuat pengiraan seperti di bawah). Ok.



- P: Boleh kamu beritahu apa kamu buat?
Z: Yang ini kuboid...(menunjukkan rajah yang dilukis).
P: Jadi, isi padu kuboid tu apa sebenarnya?
Z: Ukuran dia.
P: Ukuran dia tu apa?
Z: Ukur ketinggian sini...5 cm (menunjukkan sisi menegak bagi rajah yang dilukis sebagai kuboid).
P: Lepas tu apa kamu buat?
Z: Ukur bawah dia...(menunjukkan sisi mengufuk di sebelah bawah permukaan depan rajah yang dilukis) dapat 8 cm.

Dalam Petikan 17, apabila Zaidi diminta memberi respons tentang isi padu bagi kuboid, beliau mula melukis suatu rajah yang dianggap sebagai kuboid. Tindakan beliau ini memaparkan penggunaan kategori penjelasan secara figuratif, dalam mana beliau menunjukkan ruang di dalam rajah yang dilukis itu mengandungi isi padu. Seterusnya, Zaidi menandakan angka pada sisi tertentu bagi rajah yang dilukis apabila beliau diminta untuk menentukan isi padu bagi kuboid. Beliau menandakan angka 5 cm pada salah satu sisi menegak dan 8 cm pada salah satu sisi mengufuk, memaparkan tingkah laku beliau menggunakan penjelasan secara simbol untuk menjelaskan panjang sisi tertentu bagi rajah tiga dimensi yang dilukis.

Petikan 18: Sedutan daripada Protokol Z9GM2IK

- P: Kalau begitu, luas dalam kotak tu sama tak dengan isi padu kotak?
Z: Sama.
P: Mengapa kamu kata sama?
Z: Isi padu kotak...darab bawah dengan tinggi.
P: Tapi kenapa kamu kata darab bawah dengan tinggi tu sebagai luas dalam?
Z: Luas dalam tu darab dua garis macam cari luas. Tapi luas dalam tu...isi padu kotak.

Dalam Petikan 18, Zaidi menggunakan penjelasan secara operatif untuk menjelaskan isi padu bagi rajah kuboid yang dilukis. Menurut beliau, hasil darab antara dua panjang sisi, iaitu panjang sisi mengufuk didarab dengan panjang sisi menegak memberikan isi padu bagi kuboid.

Kesimpulan. Semua peserta kajian menggunakan lebih dari satu kategori untuk menggambarkan perkataan isi padu kuboid. Secara umum, semua peserta kajian dominan dalam menggunakan kategori penjelasan secara figuratif apabila menjelaskan gambaran tentang isi padu kuboid.

Makna

Bahagian ini terdiri daripada makna perimeter, makna luas, makna isi padu, makna unit perimeter, makna unit luas, dan makna unit isi padu. Makna yang dimiliki peserta kajian dalam konteks perimeter, luas, dan isi padu membabitkan enam kategori, iaitu pengetahuan konseptual tentang perimeter, pengetahuan prosedur tentang perimeter, pengetahuan konseptual tentang luas, pengetahuan prosedur tentang luas, pengetahuan konseptual tentang isi padu, dan pengetahuan prosedur tentang isi padu.

Kategori Makna Perimeter

Dalam memberikan makna perimeter bagi penutup tin, peserta kajian menggunakan dua kategori, iaitu pengetahuan konseptual tentang perimeter dan pengetahuan prosedur tentang perimeter. Keterangan bagi kedua-dua kategori tersebut adalah seperti di bawah:

1. *Pengetahuan konseptual tentang perimeter.* Terdapat dua jenis respons, iaitu;
 - a. Peserta kajian menjelaskan bahawa perimeter bagi penutup tin merujuk panjang sisi di sekeliling penutup tin yang berbentuk bulatan.
 - b. Peserta kajian menunjukkan ketinggian permukaan tin sebagai perimeter bagi penutup tin.
2. *Pengetahuan prosedur tentang perimeter.* Terdapat dua jenis respons, iaitu;
 - a. Peserta kajian menentukan perimeter bagi penutup tin dengan melilitkan seutas benang di sekeliling permukaan tin. Seterusnya, meluruskan benang yang di lilitkan, mengukur dan menyebut nilai ukuran panjang benang dengan menggunakan pembaris.
 - b. Peserta kajian mengukur ketinggian permukaan tin dengan menggunakan benang secara menegak, kemudian mengukur dan menyatakan nilai ukuran panjang benang dengan menggunakan pembaris atau mengukur dan menyatakan nilai ukuran ketinggian permukaan tin dengan menggunakan pembaris.

Makna Perimeter

Jadual 4.7 merumuskan aplikasi pengetahuan konseptual tentang perimeter dan pengetahuan prosedur tentang perimeter oleh peserta kajian apabila tafsiran yang dibuat membabitkan aktiviti berkaitan dengan makna perimeter.

Munira. Munira menggunakan pengetahuan konseptual tentang perimeter dan pengetahuan prosedur tentang perimeter apabila diminta menjelaskan perimeter bagi penutup tin. Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 19.

Jadual 4. 7

Makna perimeter bagi penutup tin

| Kategori | Peserta kajian |
|--|------------------------------|
| Pengetahuan konseptual tentang perimeter | Semua |
| Pengetahuan prosedur tentang perimeter | Hamid, Zaidi, Yasmin, Munira |

Petikan 19: Sedutan daripada Protokol M10MP

P: ...ada tak cara lain untuk mencari ukur keliling penutup tin?

...

M: Boleh (peserta kajian melilitkan benang pada tin seperti di bawah dan mengukur panjang benang yang dililitkan itu dengan menggunakan pembaris). Dapat 25.



P: 25 tu sebenarnya apa?

M: Mm...25 cm. Dia punya ukur keliling dia.

P: Ukuran apa?

M: Ukur keliling dia (menunjukkan sisi di sekeliling penutup tin).

P: Macam mana kamu cari?

M: Ikat sini (menunjukkan lilitan pada permukaan tin) dengan benang. Lepas tu ukur dia punya panjang dengan pembaris.

...

P: Jadi, ukur keliling penutup tin tu sebenarnya apa?

M: Ukur semua sini...(menunjukkan sisi di sekeliling penutup tin dengan tangan).

Dalam Petikan 19, Munira menggunakan pengetahuan prosedur tentang perimeter apabila beliau melilitkan benang pada permukaan tin, kemudian mengukur panjang benang yang dililitkan itu dengan menggunakan pembaris. Seterusnya, beliau menyatakan nilai ukuran panjang benang yang dililitkan itu berjumlah 25 *cm*. Dalam pada itu, Munira turut memiliki pengetahuan konseptual tentang perimeter apabila beliau menjelaskan bahawa perimeter bagi penutup tin merujuk sisi di sekeliling penutup tin.

Kesimpulan. Semua peserta kajian menunjukkan pengetahuan konseptual tentang perimeter. Pengetahuan konseptual digunakan oleh semua peserta kajian apabila menjelaskan panjang sisi penutup tin atau ketinggian tin. Dalam pada itu, hanya Hamid, Zaidi, Yasmin, dan Munira sahaja yang menggunakan pengetahuan prosedur tentang perimeter untuk menentukan nilai ukuran perimeter bagi penutup tin.

Kategori Makna Luas

Dalam mentafsir tentang makna luas, peserta kajian menggunakan dua kategori dalam mentafsir tentang makna luas bagi segi empat sama, iaitu pengetahuan konseptual tentang luas dan pengetahuan prosedur tentang luas. Keterangan bagi kedua-dua kategori tersebut adalah seperti di bawah:

1. *Pengetahuan konseptual tentang luas.* Bergantung pada konteks, iaitu tanpa diberi unit persegi, peserta kajian menunjukkan ruang di dalam rajah segi empat sama dan menjelaskan bahawa ruang tersebut mengandungi luas. Jikalau diberi unit persegi, peserta kajian menjelaskan bahawa bilangan unit persegi yang disusun dalam ruang rajah menyamai luas rajah sebab ia dapat menutup kesemua ruang dalam rajah.

2. *Pengetahuan prosedur tentang luas.* Bergantung pada konteks, iaitu tanpa diberi unit persegi;

- a. Peserta kajian mengukur panjang sisi rajah dengan menggunakan pembaris, kemudian mendarab nilai ukuran panjang salah satu sisi mengufuk dengan nilai ukuran panjang salah satu sisi mencancang.
- b. Peserta kajian menambah nilai ukuran panjang 4 sisi.
- c. Peserta kajian menambah nilai ukuran panjang salah satu sisi mengufuk dengan nilai ukuran panjang salah satu sisi mencancang.
- d. Peserta kajian mengukur dan menyatakan nilai ukuran panjang salah satu sisi rajah sahaja.

Jikalau diberi unit persegi;

- e. Peserta kajian mendarab nilai ukuran panjang 2 sisi bagi seunit persegi untuk menentukan luas seunit persegi, kemudian luas seunit persegi didarab dengan jumlah bilangan unit persegi yang disusun untuk menutup ruang dalam rajah segi empat sama.
- f. Peserta kajian menambah nilai ukuran panjang 4 sisi bagi seunit persegi untuk menentukan luas seunit persegi, kemudian luas seunit persegi didarab dengan jumlah bilangan unit persegi yang disusun untuk menutup ruang rajah segi empat sama.

Makna Luas

Jadual 4.8 merumuskan aplikasi pengetahuan konseptual tentang luas dan pengetahuan prosedur tentang luas oleh peserta kajian apabila tafsiran yang dibuat

membabitkan aktiviti berkaitan dengan makna luas bagi rajah segi empat sama tanpa melibatkan unit persegi .

Jadual 4. 8

Makna luas tanpa menggunakan unit persegi

| Kategori | Peserta kajian |
|-------------------------------------|----------------|
| Pengetahuan konseptual tentang luas | Semua |
| Pengetahuan prosedur tentang luas | Semua |

Zaidi. Zaidi menggunakan pengetahuan konseptual tentang luas dan pengetahuan prosedur tentang luas apabila diminta menjelaskan luas bagi rajah segi empat sama. Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 20.

Petikan 20: Sedutan daripada Protokol Z11ML

- P: Boleh kamu beritahu di mana terletak luas bagi rajah ini? (menunjukkan rajah segi empat sama).
- Z: Dalam semua sini...(menunjukkan ruang di dalam rajah segi empat sama).
- P: Macam mana kamu dapat tahu?
- Z: Sebab dalam ni (menunjukkan ruang di dalam rajah) ada ruang kosong. Dia tu luas. Dah belajar.

Dalam Petikan 20, Zaidi menjelaskan bahawa rajah segi empat sama mengandungi bahagian luas, iaitu ruang di dalam rajah tersebut. Tingkah laku beliau menunjukkan penggunaan pengetahuan konseptual tentang luas apabila memberikan makna luas bagi rajah segi empat sama.

Petikan 21: Sedutan daripada Protokol Z11ML

- P: Macam mana kamu mencari luas rajah?
- Z: Darab.
- P: Apa yang kamu darab?
- Z: Darab ukuran garisan ini...(menunjukkan sisi mengufuk di sebelah bawah rajah) dengan ni...(menunjukkan sisi mencancang di sebelah kanan rajah dan membuat pengiraan seperti di bawah). 36 *cm*.

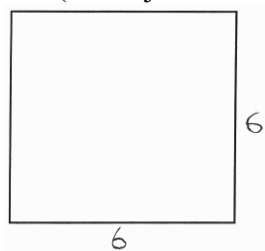
$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 6 \\ \hline 36 \text{ cm} \end{array}$$

P: Berapakah luas rajah ini? (menunjukkan rajah segi empat sama).

Z: 36 cm.

P: Macam mana kamu dapat luas 36 cm?

Z: Darab garis ini (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah bawah rajah) dengan ni... (menunjukkan sisi mencancang di sebelah kanan rajah).



Dalam Petikan 21, tingkah laku Zaidi menggunakan pengetahuan prosedur tentang luas untuk menentukan nilai ukuran luas bagi rajah segi empat sama, iaitu beliau menyatakan bahawa nilai ukuran luas bagi rajah segi empat sama diperoleh melalui hasil darab antara nilai ukuran panjang sisi mengufuk di sebelah bawah dengan nilai ukuran panjang sisi mencancang di sebelah kanan rajah.

Seterusnya, dalam konteks menggunakan unit persegi untuk mentafsir luas bagi rajah segi empat sama, rumusan tentang penggunaan pengetahuan konseptual tentang luas dan pengetahuan prosedur tentang luas ditunjukkan dalam Jadual 4.9 di bawah.

Jadual 4. 9

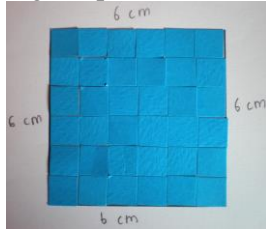
Makna luas apabila menggunakan unit persegi

| Kategori | Peserta kajian |
|-------------------------------------|----------------|
| Pengetahuan konseptual tentang luas | Suraya, Zaidi |
| Pengetahuan prosedur tentang luas | Semua |

Suraya. Suraya masih menggunakan pengetahuan konseptual tentang luas dan pengetahuan prosedur tentang luas apabila mentafsir luas bagi rajah segi empat sama menggunakan unit persegi. Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 22.

Petikan 22: Sedutan daripada Protokol S12ML

- P: Boleh kamu tahu berapa kad yang menutup rajah ini?
 Y: Mm...(peserta kajian membilang secara satu persatu kepingan kadbod biru yang menutup rajah segi empat sama untuk mencari jumlah kadbod biru di dalam rajah segi empat sama). 36 kad.



- P: Boleh kamu beritahu apa makna 36 kad biru ini?
 Y: Dia punya luas (menunjukkan rajah segi empat sama).
 P: Macam mana kamu tahu luas rajah sama dengan 36 kad biru?
 Y: Sebab dia dah tutup semua dalam segi empat ni...(menunjukkan kadbod biru yang menutup rajah segi empat sama).

Petikan 23: Sedutan daripada Protokol S13ML

- P: Bagaimana kamu ukur luas bagi 9 kad kuning ni...? (menunjukkan kadbod kuning yang disusun di dalam rajah segi empat sama).
 Y: (Peserta kajian mengukur sisi sekeping kadbod kuning dengan menggunakan pembaris dan membuat pengiraan seperti di bawah). Dah.

$$\begin{array}{r} 8 \\ \times 9 \\ \hline 72 \text{ cm} \end{array}$$

- P: Boleh kamu beritahu apa yang kamu buat?
 Y: Saya ukur kat sini (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah atas sekeping kadbod kuning) dapat 2 cm. Dia punya semua garisan 8 cm. Lepas tu saya darab dengan 9 kad dapat 72 cm.
 P: Jadi, 8 cm tu sebenarnya apa?
 Y: 8 tu ukur keliling satu kad.
 P: Kenapa kamu darab dengan 9 kad?
 Y: Saya nak cari luas bagi segi empat ni...(menunjukkan rajah segi empat sama).
 P: Tapi kenapa kamu cari ukur keliling bagi 9 kad?
 Y: (Diam seketika). Tapi saya dah darab dengan 9 kad dapat 72 cm.
 P: Macam mana kamu tahu 72 cm itu luas?
 Y: Mm...sebab 9 kad tu dah letak kat dalam segi empat. Kita dah kira dia punya luas dalam...(menyebut dengan suara yang kuat).

Dalam Petikan 22, Suraya menjelaskan bahawa sejumlah unit persegi bersisi 1 cm yang disusun dalam rajah segi empat sama menyamai luas rajah tersebut sebab sejumlah unit persegi itu dapat menutup kesemua ruang di dalam rajah segi empat sama itu. Tingkah laku beliau itu menunjukkan bahawa beliau menggunakan pengetahuan konseptual tentang luas apabila mentafsir tentang makna luas bagi rajah segi empat sama menggunakan unit persegi.

Dalam Petikan 23, Suraya menggunakan pengetahuan prosedur tentang luas untuk menentukan nilai ukuran luas bagi rajah segi empat sama dengan menggunakan unit persegi, iaitu beliau mengukur salah satu sisi bagi unit persegi bersisi 2 cm, kemudian menyatakan jumlah nilai ukuran panjang 4 sisi bagi seunit persegi bersamaan dengan 8 cm, iaitu nilai ukuran luas bagi seunit persegi. Seterusnya, beliau mendarab nilai ukuran luas bagi seunit persegi dengan 9 unit persegi yang disusun dalam rajah segi empat sama untuk memperoleh jumlah nilai ukuran luas bersamaan dengan 72 cm, iaitu nilai ukuran yang dianggap menyamai nilai ukuran luas bagi rajah segi empat sama.

Kesimpulan. Semua peserta kajian menggunakan pengetahuan konseptual tentang luas dan pengetahuan prosedur tentang luas apabila mentafsir tentang makna luas bagi rajah segi empat sama tanpa menggunakan unit persegi. Dalam konteks menggunakan unit persegi untuk mentafsir makna luas bagi rajah segi empat sama, semua peserta kajian menggunakan pengetahuan prosedur tentang luas, manakala pengetahuan konseptual tentang luas pula hanya digunakan oleh Suraya dan Zaidi sahaja.

Kategori Makna Isi Padu

Dalam mentafsir tentang makna isi padu, peserta kajian menggunakan dua kategori untuk mentafsir tentang makna isi padu bagi kiub yang bersisi 6 *cm*, iaitu pengetahuan konseptual tentang isi padu dan pengetahuan prosedur tentang isi padu. Keterangan bagi kedua-dua kategori tersebut adalah seperti di bawah:

1. *Pengetahuan konseptual tentang isi padu.* Bergantung pada konteks, iaitu tanpa diberi unit kubus, peserta kajian menunjukkan ruang di dalam kiub dan menjelaskan bahawa ruang tersebut mengandungi isi padu. Jikalau diberi unit kubus, peserta kajian menjelaskan bahawa bilangan unit kubus yang disusun untuk memenuhi ruang dalam kiub menyamai isi padu kiub sebab ia dapat menutup kesemua ruang dalam kiub.
2. *Pengetahuan prosedur tentang isi padu.* Bergantung pada konteks, iaitu;
 - a. Tanpa diberi unit kubus, peserta kajian mengukur nilai ukuran panjang sisi kiub dengan menggunakan pembaris, kemudian mendarab nilai ukuran panjang 3 sisi kiub. Jikalau diberi unit kubus, peserta kajian menentukan isi padu seunit kubus dengan mendarab nilai ukuran panjang 3 sisi bagi seunit kubus, kemudian isi padu seunit kubus didarab dengan jumlah bilangan unit kubus yang memenuhi ruang dalam kiub.
 - b. Tanpa diberi unit kubus, peserta kajian menambah nilai ukuran tinggi 4 sisi kiub. Jikalau diberi unit kubus, peserta kajian menentukan isi padu seunit kubus dengan menambah nilai ukuran panjang 4 sisi bagi seunit kubus, kemudian isi padu seunit kubus didarab dengan jumlah bilangan unit kubus yang memenuhi ruang dalam kiub.

- c. Tanpa diberi unit kubus, peserta kajian mengukur tinggi atau panjang sisi kiub dengan menggunakan pembaris, kemudian menyatakan nilai ukuran tinggi salah satu sisi atau menyatakan nilai ukuran panjang salah satu sisi kiub. Jikalau diberi unit kubus, peserta kajian menentukan isi padu seunit kubus dengan mengukur panjang salah satu sisi bagi seunit kubus, kemudian isi padu seunit kubus didarab dengan jumlah bilangan unit kubus yang memenuhi ruang dalam kiub.

Makna Isi padu

Jadual 4.10 merumuskan aplikasi pengetahuan konseptual tentang isi padu dan pengetahuan prosedur tentang isi padu oleh peserta kajian apabila tafsiran yang dibuat membabitkan aktiviti berkaitan dengan makna isi padu tanpa menggunakan unit kubus.

Jadual 4. 10

Makna isi padu tanpa menggunakan unit kubus

| Kategori | Peserta kajian |
|---|----------------|
| Pengetahuan konseptual tentang isi padu | Semua |
| Pengetahuan prosedur tentang isi padu | Semua |

Hamid. Hamid menggunakan pengetahuan konseptual tentang isi padu dan pengetahuan prosedur tentang isi padu apabila diminta menjelaskan isi padu bagi kiub.

Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 24 dan Petikan 25.

Petikan 24: Sedutan daripada Protokol H15MI

- P: Sekarang, boleh kamu beritahu di mana terletak isi padu bagi kotak ini? (menunjukkan kiub).
H: Semua dalam ni...(menunjukkan ruang di dalam kiub).
P: Macam mana kamu dapat tahu?
H: (Diam seketika). Isi padu kena ukur dalam ini (menunjukkan ruang di dalam kiub). Cikgu ajar.

Petikan 25: Sedutan daripada Protokol H15MI

- P: Kalau begitu, boleh kamu mencari isi padu kotak?
H: (Peserta kajian mula mengukur sisi menegak, lebar, dan panjang kiub dengan menggunakan pembaris). Dah.
P: Apa yang kamu buat?
H: Ukur isi padu dia...(menunjukkan kiub).
P: Berapakah isi padu kiub?
H: 6 cm...(menyebut secara spontan).
P: Macam mana kamu dapat 6 cm?
H: Ukur dengan pembaris.
P: Di mana kamu ukur?
H: Semua garis sekeliling dia.
P: Jadi, semua garis tu dapat 6 cm sahaja?
H: Tak. Satu garis aje kira.
P: Kenapa kamu kira satu garis aje.
H: Sebab garis lain pun 6 cm aje.
P: Jadi, isi padu kotak ini macam mana kamu kira?
H: Kira satu garis aje.
P: Garis yang mana kamu kira?
H: Mana-mana pun boleh.

Dalam Petikan 24, Hamid memaparkan tingkah laku beliau menggunakan pengetahuan konseptual untuk mentafsir isi padu bagi kiub terletak di dalam ruang kiub tersebut. Dalam Petikan 25, Hamid memaparkan tingkah laku beliau menggunakan pengetahuan prosedur tentang isi padu untuk menentukan nilai ukuran isi padu bagi kiub, iaitu beliau mengukur panjang sisi kiub, kemudian menyatakan nilai ukuran panjang salah satu sisi kiub sebagai nilai ukuran isi padu bagi kiub.

Seterusnya, dalam konteks menggunakan unit kubus untuk mentafsir isi padu bagi kiub, rumusan tentang penggunaan pengetahuan konseptual tentang isi padu dan pengetahuan prosedur tentang isi padu ditunjukkan dalam Jadual 4.11 di bawah.

Jadual 4. 11

Makna isi padu apabila menggunakan unit kubus

| Kategori | Peserta kajian |
|---|----------------|
| Pengetahuan konseptual tentang isi padu | Munira, Suraya |
| Pengetahuan prosedur tentang isi padu | Semua |

Munira. Munira menggunakan pengetahuan konseptual tentang isi padu dan pengetahuan prosedur tentang isi padu apabila mentafsir isi padu bagi kiub menggunakan unit kubus. Tingkah laku beliau dipaparkan dalam Petikan 26 dan Petikan 27 di bawah.

Petikan 26: Sedutan daripada Protokol M17MI

M: Boleh (peserta kajian mula menyusun beberapa kubus berwarna merah bersisi 2 cm di dalam ruang kiub seperti di bawah). Dah isi penuh.



P: Berapa bongkah kayu merah yang kamu isi penuh dalam kotak?

M: ...dapat 27.

P: Jadi, apa makna 27 bongkah kayu merah?

M: (Diam seketika). Dia macam cari isi padu.

P: Kalau begitu, isi padu kotak dengan 27 bongkah kayu merah sama?

M: Mm...sama.

P: Macam mana kamu dapat tahu sama?

M: Sebab dia masuk dalam ni...(menunjukkan ruang dalam kiub) penuh.

Petikan 27: Sedutan daripada Protokol M17MI

P: Boleh kamu cari isi padu bagi 27 bongkah kayu merah?

M: Boleh (peserta kajian mengukur salah satu sisi kubus merah). Satu ni...(menunjukkan sebuah kubus merah) 2 cm.

P: 2 cm tu sebenarnya apa?

M: Isi padu satu ni...(menunjukkan sebuah kubus berwarna merah).

P: Bagaimana kamu dapat tahu?

M: Ukur dia punya tinggi satu aje.

...

P: Jadi, berapa isi padu bagi 27 bongkah kayu merah?

M: Mm...(peserta kajian membuat pengiraan seperti di bawah). 54

$$\begin{array}{r} 27 \\ \times 2 \\ \hline 54 \text{ cm} \end{array}$$

P: Boleh kamu beritahu 54 tu sebenarnya apa?

M: Mm...54 cm.

P: 54 cm tu menunjukkan apa?

M: Isi padu yang ini (menunjukkan kubus merah).

P: Macam mana kamu dapat cari isi padu bagi 27 bongkah kayu merah?

M: 27 darab dengan 2 dapat 54 cm.

- P: Kalau begitu, isi padu bagi 27 bongkah kayu merah dengan kotak sama tak?
M: Tak sama.
P: Macam mana kamu tahu tak sama?
M: Sebab kayu merah dapat 54. Yang ini (menunjukkan kiub) 6 aje.

Dalam Petikan 26, Munira menjelaskan bahawa sejumlah 27 unit kubus bersisi 2 cm disusun dalam ruang kiub dan ia boleh mengukur isi padu bagi kiub. Menurut beliau, 27 unit kubus menyamai isi padu kiub sebab ia memenuhi ruang di dalam kiub. Tingkah laku ini menunjukkan beliau menggunakan pengetahuan konseptual tentang isi padu untuk mentafsir makna isi padu bagi kiub. Dalam Petikan 27, Munira menggunakan pengetahuan prosedur tentang isi padu apabila menentukan nilai ukuran isi padu bagi kiub, iaitu beliau mengukur ketinggian salah satu sisi bagi seunit kubus untuk menyatakan isi padu seunit kubus sebagai 2 cm. Seterusnya, beliau mendarab 2 cm dengan 27 unit kubus untuk memperoleh jumlah nilai ukuran isi padu bersamaan dengan 54 cm.

Kesimpulan. Semua peserta kajian menggunakan pengetahuan konseptual tentang isi padu dan pengetahuan prosedur tentang isi padu apabila mentafsir makna isi padu bagi kiub tanpa unit kubus. Dalam konteks menggunakan unit kubus, semua peserta kajian menggunakan pengetahuan prosedur tentang isi padu bagi menentukan nilai ukuran isi padu bagi kiub. Dalam pada itu, Munira dan Suraya sahaja menggunakan pengetahuan konseptual tentang isi padu untuk mentafsir makna isi padu bagi kiub.

Seterusnya, tugas makna unit perimeter, makna unit luas, dan makna unit isi padu dirumuskan pemahaman untuk peserta kajian berdasarkan corak pemikiran yang dikenal pasti. Pemahaman mereka dijelaskan kepada tiga bahagian, iaitu situasi yang diasimilasikan, aktiviti yang dijalankan, dan hasil yang diharapkan. Berikut adalah penjelasan tentang perkara tersebut:

Makna Unit Perimeter

- (1) Benda yang dibekalkan kepada responden.
Satu rajah segi empat sama, beberapa alat pengukuran, dan murid diminta untuk mencari perimeter.
- (a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*
Situasi melibatkan pencarian jarak tertentu.
- (b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*
Mengukur jarak dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.
- (d) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*
Bilangan sesuatu alat pengukuran yang diperlukan atau ukuran dalam unit *cm*.

Sebagai contoh, tingkah laku Suraya dalam menentukan perimeter bagi rajah segi empat sama dipaparkan dalam Petikan 28. Beliau mengukur panjang sisi tertentu untuk menentukan perimeter rajah segi empat tersebut.

Petikan 28: Sedutan daripada Protokol S27MUP

P: Sekarang, ada lagi bahan yang kamu nak gunakan untuk mencari ukur keliling rajah?

S: Saya nak guna yang ni...(menunjukkan kadbod biru bersisi 1 *cm* dan menyusun beberapa keping kadbod biru di sekeliling sisi rajah seperti di bawah). Dah siap.



P: Boleh kamu beritahu berapa kad biru yang kamu susun di sekeliling rajah ini? (menunjukkan kadbod biru pada rajah segi empat sama).

S: (...beliau membilang satu demi satu kadbod biru yang mengelilingi rajah segi empat sama). Ada 48.

...

P: Kalau begitu, bagaimana kamu mencari ukuran kad biru?

S: (Peserta kajian mengukur sisi sekeping kadbod biru dengan menggunakan pembaris dan membuat pengiraan seperti di bawah). Sama.

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 1 \\ \hline 48 \end{array}$$

- P: Kenapa kamu sebut sama?
- S: Ukuran dia dapat sama. Saya ukur satu kad kat tepi dapat 1 *cm*. Lepas tu darab dengan 12 kad dulu. Dia dapat 12 *cm*.
- P: Macam mana ukuran dia dapat sama?
- S: Kad biru ni...(menunjukkan kadbod biru) muat 48 kat sini...(menunjukkan rajah segi empat sama). Lepas tu dia punya ukuran ni...(menunjukkan sisi sekeping kadbod biru) ada 1 *cm*. Lepas tu 48 tu kali dengan 1 dapat 48 juga.
- P: Jadi, 48 ini sebenarnya apa?
- S: Ukur keliling segi empat.
- P: Kalau begitu, ukur keliling rajah sama tak dengan 48 kad biru?
- S: Sama.
- P: Kenapa kamu kata sama?
- S: Sebab ukuran dia sama dengan pembaris tadi.

Dalam Petikan 28, Suraya menyusun 48 unit persegi di sepanjang sempadan rajah segi empat sama. Tingkah laku ini menunjukkan beliau mencari jarak bagi sempadan rajah segi empat sama. Beliau menyatakan 48 unit persegi menyamai perimeter bagi rajah segi empat sama sebab jumlah panjang sisi bagi setiap unit persegi bersisi 1 *cm* yang membentuk sempadan rajah menghasilkan 48 *cm*. Tindakan ini menunjukkan beliau menjangka ukuran jarak yang diperolehi dalam *cm* menandakan perimeter bagi keseluruhan rajah segi empat sama tersebut.

Makna Unit Luas

- (2) Benda yang dibekalkan kepada responden.
 Satu rajah segi empat sama, beberapa alat pengukuran, dan murid diminta untuk mencari luas.
- (b) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*
 Situasi melibatkan bilangan alat bagi menutup ruang dua dimensi atau pencarian jarak.
- (c) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*
 Menutup ruang dua dimensi atau mengukur jarak dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.

(d) Hasil yang diharapkan oleh responden.

Bilangan sesuatu alat pengukuran yang diperlukan atau ukuran jarak dalam unit *cm*.

Sebagai contoh, tingkah laku Hamid dalam menentukan luas bagi rajah segi empat sama dipaparkan dalam Petikan. Beliau mengukur panjang sisi tertentu untuk menentukan luas rajah segi empat sama tersebut. Di samping itu, idea pengukuran jarak yang digunakan oleh Hamid dalam menentukan luas rajah segi empat boleh diperhatikan dalam petikan 29 di bawah.

Petikan 29: Sedutan daripada Protokol H33MUL

P: Sekarang, ada tak bahan lain lagi yang kamu nak gunakan untuk mencari luas?

H: Mm...duit syiling.

P: Boleh kamu tunjukkan?

H: Mm...(peserta kajian menyusun beberapa keping duit syiling di sekeliling sisi rajah segi empat sama seperti di bawah). Dah.



P: Jadi, berapa duit syiling yang kamu gunakan untuk mencari luas rajah?

H: Mm...32.

P: Macam mana kamu dapat tahu?

H: Atas ni...(menunjukkan duit syiling 5 sen yang disusun pada sisi mengufuk di sebelah atas rajah segi empat sama) ada 8. Kalau darab 4 dapat 32.

P: Kenapa kamu darab dengan 4?

H: Sebab segi empat ada 4 garis.

P: Jadi, 32 duit syiling dengan luas rajah sama tak?

H: Mm...(peserta kajian mengukur panjang sekeping duit syiling dengan pembaris membuat pengiraan seperti di bawah). 48 *cm*. Sama dah.

$$\begin{array}{r} 1.5 \\ \times 32 \\ \hline 30 \\ + 45 \\ \hline 48.0 \end{array}$$

P: Kenapa kamu kata sama?

H: Sebab 32 syiling darab 1.5 *cm* dapat sentimeter sama dengan 48.

P: Mengapa kamu darab dengan 1.5 *cm*?

H: Panjang duit ni...(menunjukkan sekeping duit syiling 5 sen) 1.5 *cm*.

Dalam Petikan 29, apabila Hamid diminta untuk menentukan luas bagi rajah segi empat sama, beliau menyusun 32 unit duit syiling yang membentuk sempadan bagi rajah tersebut. Tingkah laku beliau menunjukkan bahawa beliau mempunyai idea mengukur jarak bagi sempadan rajah dengan menggunakan bahan yang disediakan. Beliau juga menyatakan 32 unit duit syiling menyamai luas segi empat sama sebab jumlah hasil pengukuran panjang unit duit syiling memperoleh 48 cm. Tindakan ini menunjukkan beliau menjangka jumlah jarak yang diukur dalam cm menandakan nilai ukuran luas bagi segi empat sama.

Makna Unit Isi Padu

- (a) Benda yang dibekalkan kepada responden.
Satu kuboid, beberapa alat pengukuran dan murid diminta untuk mencari isi padu.
- (b) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*
Situasi melibatkan bilangan alat bagi menutup ruang tiga dimensi atau pencarian jarak.
- (c) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*
Menutup ruang tiga dimensi atau mengukur jarak dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.
- (d) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*
Bilangan sesuatu alat pengukuran yang diperlukan atau ukuran jarak dalam unit cm.

Sebagai contoh, tingkah laku Yasmin dalam menentukan isi padu bagi kuboid dipaparkan dalam Petikan 30. Beliau mengukur panjang sisi tertentu untuk menentukan isi padu kuboid.

Petikan 30: Sedutan daripada Protokol Y39MUI

P: Sekarang, boleh kamu cari isi padu kotak dengan menggunakan bahan lain?

Y: Boleh. Saya nak guna ni...(menunjukkan kubus bersisi 2 cm dan meletakkan kubus dalam kuboid seperti di bawah). Dah.



P: Berapa bongkah kayu yang kamu gunakan untuk mencari isi padu kotak?

Y: Tiga aje.

P: Jadi, isi padu kotak sama dengan tiga bongkah kayu ini? (menunjukkan kubus dalam kuboid).

Y: Mesti sama aje.

P: Mengapa kamu kata sama?

Y: Sebab yang ini (menunjukkan kubus dalam kuboid) tinggi dia sama dengan kuboid.

P: Macam mana kamu tahu tinggi kotak sama dengan bongkah kayu ini (menunjukkan kubus).

Y: Kalau ukur boleh dapat sama (peserta kajian mengukur salah satu sisi menegak bagi sebuah kubus bersisi 2 cm dengan pembaris dan membuat pengiraan seperti di bawah). Dah.

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 3 \\ \hline 6 \text{ cm} \end{array}$$

P: Boleh kamu beritahu apa kamu buat?

Y: Saya ukur isi padu ni...(menunjukkan sebuah kubus). Dia punya tinggi 2 cm. Lepas tu darab dengan 3 dapat 6 cm. Sama aje dengan ni...(menunjukkan kuboid).

P: Kalau begitu, sesuai kita gunakan yang ini (menunjukkan kubus) untuk mencari isi padu kotak?

Y: Sesuai.

P: Mengapa kamu kata sesuai?

Y: Sebab dia punya ukuran sama.

Dalam Petikan 30, Yasmin menyusun unit kubus secara menegak pada suatu sisi menegak dalam kuboid apabila beliau diminta untuk menentukan isi padu kuboid. Tingkah laku ini menunjukkan beliau mengukur jarak bagi sisi menegak kuboid dengan menggunakan tiga kubus. Beliau menjelaskan bahawa tiga kubus menyamai isi padu kuboid sebab ia mempunyai sama tinggi dengan sisi menegak kuboid. Beliau mengukur

ketinggian bagi tiga kubus dan memperoleh 6 *cm*. Tindakan ini menunjukkan bahawa beliau menjangka jumlah jarak yang diukur dalam ukuran *cm* menandakan isi padu bagi kuboid.

Penyelesaian Masalah

Tugas penyelesaian masalah membabitkan luas segi empat diberikan dalam empat konteks yang berbeza. Sehubungan itu, peserta kajian menyelesaikan masalah berkaitan dengan luas segi empat dan pemahaman mereka dikategorikan kepada satu urutan peristiwa yang mengandungi tiga bahagian, iaitu situasi yang diasimilasikan, aktiviti yang dijalankan, dan hasil yang diharapkan. Berikut adalah penjelasan tentang perkara yang dinyatakan:

(1) Benda yang dibekalkan kepada responden.

Satu rajah segi empat tepat yang dibahagi kepada beberapa rajah segi empat sama dan sebahagiannya dilorek. Murid diminta untuk mencari luas bagi bahagian berlorek.

(a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*

Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi keseluruhan rajah berlorek atau rajah segi empat sama yang berlorek sepenuhnya.

(b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*

Mengukur panjang sisi menegak dan mengufuk atau mengukur panjang sisi menegak, mengufuk, dan pepenjuru bagi rajah berlorek dengan menggunakan panjang sisi segi empat sama sebagai satu unit ukur.

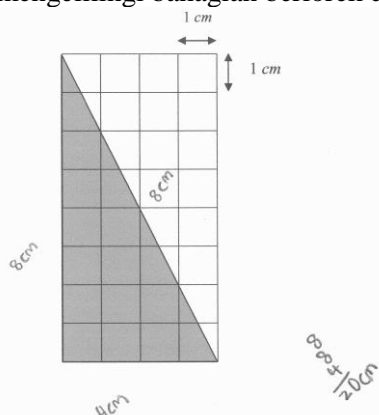
(c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*

Ukuran panjang dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Sebagai contoh, tingkah laku Munira dalam mencari luas bagi bahagian berlorek dipaparkan dalam Petikan 31. Beliau mengukur panjang sisi untuk menentukan luas bahagian berlorek dalam rajah segi empat tepat.

Petikan 31: Sedutan daripada Protokol M51MLSE

- P: Jadi, macam mana kamu cari luas bagi kawasan berlorek dengan biru?
- M: Kena kira luar aje. (Peserta kajian membuat catatan pada ketiga-tiga sisi mengelilingi bahagian berlorek dan melakukan pengiraan seperti di bawah). Dah.



- P: Boleh kamu beritahu, apa kamu buat?
- M: Cari dia punya luas.
- P: Boleh kamu jelaskan?
- M: (Diam seketika). Tambah dia...dapat 20 cm.
- P: 20 cm tu sebenarnya apa?
- M: Luas ni (menunjukkan bahagian berlorek biru dalam segi empat tepat).
- P: Bagaimana kamu dapat 20 cm?
- M: Tambah semua tepi dia.
- P: Macam mana kamu tambah semua tepi dia?
- M: Mm...yang ni (menunjukkan sisi pepenjuru dalam segi empat tepat) 8 tambah 4 ni (menunjukkan sisi unit persegi di sebelah bawah bahagian berlorek) jadi 12. Tambah 8 sini (menunjukkan sisi unit persegi di sebelah kiri bahagian berlorek) dapat 20 cm ni (menunjukkan pengiraan yang dibuat oleh peserta kajian).

Dalam Petikan 31, Munira menganggap setiap sisi menegak dan mengufuk segi empat sama yang sepenuhnya berada dalam bahagian berlorek dan yang membentuk sempadan bagi rajah segi empat tepat sebagai 1 cm. Beliau turut menganggap setiap sisi segi empat sama yang tidak sepenuhnya berada dalam bahagian berlorek dan yang membentuk pepenjuru dan sempadan bagi rajah tersebut sebagai 1 cm. Seterusnya, beliau menggabungkan semua ukuran tersebut sebagai luas bagi bahagian berlorek dalam cm.

(2) Benda yang dibekalkan kepada responden.

Satu rajah segi empat tepat yang dibahagi kepada beberapa rajah segi empat sama. Satu garisan tebal dilukiskan melalui sisi tertentu bagi rajah segi empat sama. Murid diminta menyambungkan garisan tebal sehingga membentuk suatu rajah dengan keluasan 13 cm persegi.

(a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*

Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah yang dilukis.

(b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*

Berikut adalah langkah-langkah bagi aktiviti tersebut:

- 1 (a) Setiap sisi segi empat sama yang sepenuhnya berada dalam rajah yang dilukis dan yang membentuk sempadan bagi rajah tersebut sebagai 1 cm dan;
(b) Menggabungkan semua ukuran tersebut sebagai luas bagi rajah yang dilukis dalam unit cm .
- 2 (a) Setiap sisi segi empat sama yang sepenuhnya berada dalam rajah yang dilukis dan yang membentuk sempadan bagi rajah tersebut sebagai 1 cm dan;
(b) Sisi mengufuk bagi rajah segi empat sama yang tidak berada sepenuhnya dalam rajah yang dilukis sebagai 1 cm dan;
(c) Menggabungkan semua ukuran tersebut sebagai luas bagi rajah yang dilukis dalam unit cm .
- 3 (a) Setiap sisi segi empat sama yang sepenuhnya berada dalam rajah yang dilukis dan yang membentuk sempadan bagi rajah tersebut sebagai 1 cm dan;
(b) Sisi mengufuk bagi segi empat sama yang tidak berada sepenuhnya dalam rajah yang dilukis sebagai 1 cm dan;
(c) Setiap pepenjuruan bagi segi empat sama yang tidak berada sepenuhnya dalam rajah yang dilukis dan membentuk sempadan bagi rajah tersebut sebagai 1 cm dan;
(d) Menggabungkan semua ukuran tersebut sebagai luas bagi rajah yang dilukis dalam unit cm bukan unit cm^2 .
- 4 (a) Setiap segi empat sama yang terletak sepenuhnya dalam rajah yang dilukis sebagai 1 rajah segi empat sama dan;
(b) Cantuman setiap dua separuh bagi segi empat sama yang tidak berada sepenuhnya dalam rajah yang dilukis sebagai 1 rajah segi empat sama dan;
(b) Menjumlahkan semua segi empat sama tersebut sebagai 13 rajah segi empat sama bagi rajah yang dilukis dan;

- (c) Satu sisi bagi setiap segi empat sama digabungkan sebagai luas bagi rajah yang dilukis dalam unit *cm* dengan menggunakan satu sisi sebagai 1 *cm*.

(c) *Hasil yang diharapkan.*

Ukuran panjang dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

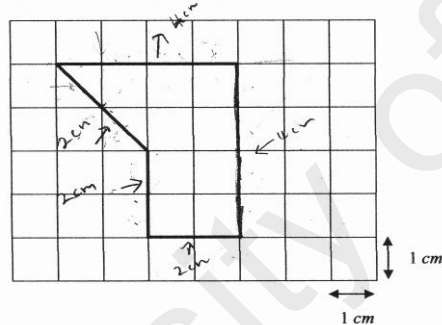
Sebagai contoh, Yasmin menganggap ukuran panjang sisi boleh menentukan luas. Tingkah laku beliau dalam membentuk suatu rajah dengan keluasan 13 *cm* persegi dipaparkan dalam Petikan 32.

Petikan 32: Sedutan daripada Protokol Y50PMLSE

P: Jadi, macam mana kamu boleh dapatkan luas 13 *cm* persegi?

...

Y: Boleh...Dah.



P: Boleh kamu beritahu apa kamu buat?

Y: Saya dah sambung garisan dia. Semua dapat 14 aje. Tak dapat 13.

P: Bagaimana kamu dapat 14?

Y: Yang ini 4 *cm* (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah atas rajah). Sini juga ada 4 (menunjukkan sisi mencancang di sebelah kanan rajah). Semua sini...sini...sini... *cm* aje (menunjukkan sisi pepenjuru di sebelah kiri, sisi mencancang bahagian bawah di sebelah kiri, dan sisi mengufuk di sebelah bawah rajah). Tambah semua dapat 14 *cm*.

P: Jadi, kamu tambah semua garis tepi rajah?

Y: Ha. Tapi dapat 14 *cm* aje.

P: Kalau begitu, kamu mencari ukur keliling rajah atau luas?

Y: Oh! (diam seketika). Dia tu luas.

Dalam Petikan 32, Yasmin menganggap setiap sisi segi empat sama yang sepenuhnya berada dalam rajah yang dilukis dan yang membentuk sempadan bagi rajah tersebut sebagai 1 *cm*. Beliau juga menganggap sisi mengufuk bagi segi empat sama

yang tidak berada sepenuhnya dalam rajah yang dilukis sebagai 1 *cm*. Seterusnya, setiap pepenjuru bagi segi empat sama yang tidak berada sepenuhnya dalam rajah yang dilukis dan membentuk sempadan bagi rajah tersebut sebagai 1 *cm*. Beliau menggabungkan semua ukuran tersebut sebagai luas bagi rajah yang dilukis dalam unit *cm*.

(3) Benda yang dibekalkan kepada responden.

Satu rajah segi tiga bersudut tegak, segi empat sama, segi tiga dua sama, dan segi empat tepat yang dilukis pada kertas bertitik. Murid diminta mencari rajah yang mempunyai keluasan terbesar.

(a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*

Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah yang diberikan atau bilangan titik pada sisi dan dalam rajah.

(b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*

Berikut adalah langkah-langkah bagi aktiviti tersebut:

- 1 (a) Membilang setiap titik pada sisi dan dalam rajah dan;
(b) Menggabungkan semua bilangan titik sebagai luas bagi rajah yang diberikan.
- 2 (a) Membilang setiap titik pada sisi dan dalam rajah dan dianggap setiap titik sebagai 1 *cm* dan;
(b) Menggabungkan semua ukuran tersebut sebagai luas bagi rajah yang diberikan dalam unit *cm*.
- 3 (a) Setiap garis di antara dua titik sebagai satu sisi dan;
(b) Menggabungkan semua bilangan sisi tersebut sebagai luas bagi rajah yang diberikan.
- 4 (a) Setiap garis di antara dua titik sebagai satu sisi dan panjang satu sisi dianggap sebagai 1 *cm* dan;
(b) Menggabungkan semua ukuran tersebut sebagai luas bagi rajah yang diberikan dalam unit *cm*.
- 5 (a) Setiap garis di antara dua titik sebagai 1 *cm* dan sisi mengufuk, menegak, dan sendeng rajah atau sisi mengufuk dan menegak rajah yang sama panjang dianggap luas rajah sebagai ukuran panjang satu sisi dalam unit *cm*.
(b) Bagi sisi sendeng atau sisi berselari rajah yang sama panjang, salah satu ukuran panjang sisi dipilih dan digabungkan dengan ukuran panjang sisi yang lain sebagai luas bagi rajah tersebut dalam unit *cm*.

(c) Hasil yang diharapkan.

- (a) Bilangan sisi atau bilangan titik bagi menandakan luas.
- (b) Ukuran panjang sisi atau bilangan titik dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

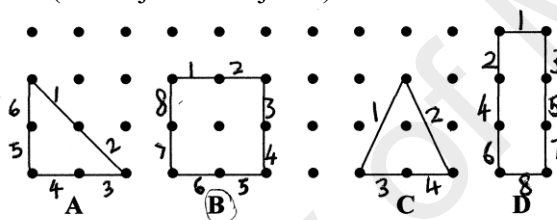
Sebagai contoh, Hamid menganggap bilangan sisi boleh menentukan luas.

Tingkah laku beliau dalam menentukan rajah yang mempunyai keluasan terbesar dipaparkan dalam Petikan 33.

Petikan 33: Sedutan daripada Protokol H52PMLSE

P: ...Boleh kamu beritahu rajah mana yang mempunyai luas terbesar?

H: Mm...(peserta kajian memerhatikan rajah yang diberikan seketika dan membuat catatan pada setiap Rajah A, B, C, dan D seperti di bawah). Yang ni...(menunjukkan Rajah B) luas besar.



P: Bagaimana kamu tahu Rajah B mempunyai luas terbesar?

H: Tengok dari garisan dia...(menunjukkan sisi yang dilukis pada Rajah B).

P: Macam mana kamu tengok dari garisan Rajah B?

H: Kira dia punya garisan.

P: Boleh kamu beritahu, macam mana kamu kira garisan bagi Rajah B?

H: Yang ni (menunjukkan sisi yang ditandakan dengan angka 1 di antara titik di sebelah kiri dan kanan pada Rajah B) kira dapat 1. Lepas tu tambah semua 8 garisan.

P: Jadi, berapakah luas bagi Rajah B?

H: 8 garisan. Dia tiada ukuran sentimeter.

P: Kenapa kamu kata tiada ukuran *cm*?

H: Sebab garisan dia tak kira dalam sentimeter.

P: Kalau begitu, macam mana kamu sebut luas bagi Rajah B?

H: Kira 8 garisan aje.

Dalam Petikan 33, Hamid menganggap setiap garis di antara dua titik sebagai satu sisi dan menggabungkan semua bilangan sisi sebagai luas bagi rajah yang diberikan.

Tingkah laku yang sama ditunjukkan oleh Zaidi apabila menjelaskan setiap garis di

antara dua titik sebagai satu sisi, namun, beliau berpendapat panjang satu sisi sebagai 1 cm dan menggabungkan semua ukuran tersebut sebagai luas bagi rajah yang diberikan.

4) Benda yang dibekalkan kepada responden.

Satu rajah segi empat sama yang mempunyai satu kawasan berbentuk segi tiga berlorek dan luas bagi kawasan berlorek diberikan sebagai 8 cm persegi. Murid diminta mencari luas bagi keseluruhan rajah segi empat sama.

(a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*

Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah yang diberikan.

(b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*

Berikut adalah langkah-langkah bagi aktiviti tersebut:

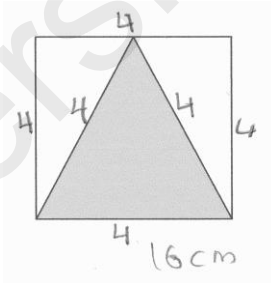
- 1 (a) Menganggap panjang sisi mengufuk bagi segi tiga berlorek sebagai 8 cm.
(b) Oleh sebab rajah yang diberikan dianggap sebagai segi empat sama, panjang sisi-sisi mengufuk dan menegak yang lain juga 8 cm dan;
(c) Menggabungkan panjang semua sisi mengufuk dan menegak sebagai luas bagi rajah yang diberikan dalam unit cm.
- 2 (a) Menganggap panjang sisi mengufuk bagi segi tiga berlorek sebagai 8 cm.
(b) Oleh sebab rajah yang diberikan dianggap sebagai segi empat sama, panjang sisi-sisi mengufuk dan menegak yang lain juga 8 cm dan;
(c) Menganggap panjang salah satu sisi rajah dalam unit cm sebagai luas bagi rajah yang diberikan sebab ia mempunyai semua sisi sama panjang.
- 3 (a) Menganggap panjang sisi mengufuk bagi segi tiga berlorek sebagai 4 cm dan setiap sisi sendeng sebagai 2 cm.
(b) Oleh sebab rajah yang diberikan dianggap sebagai segi empat sama, panjang sisi-sisi mengufuk dan menegak yang lain juga 4 cm dan;
(c) Menggabungkan panjang semua sisi mengufuk dan menegak sebagai luas bagi rajah yang diberikan dalam unit cm.
- 4 (a) Menganggap panjang setiap sisi sendeng bagi segi tiga berlorek sebagai 4 cm dan panjang sisi menegak sama dengan sisi sendeng tersebut.
(b) Oleh sebab rajah yang diberikan dianggap sebagai segi empat sama, panjang sisi-sisi yang lain juga 4 cm dan;

- (c) Menggabungkan panjang semua sisi mengufuk dan menegak sebagai luas bagi rajah yang diberikan dalam unit *cm*.
- 5 (a) Menganggap kawasan tidak berlorek sebagai 8 *cm* dan digabungkan dengan luas segi tiga berlorek sama dengan 16 *cm*.
- (b) Oleh sebab rajah yang diberikan mengandungi empat sisi, 16 *cm* dibahagi dengan angka empat dan panjang setiap sisi rajah dianggap sebagai 4 *cm*.
- (c) Menggabungkan panjang semua sisi mengufuk dan menegak sebagai luas bagi rajah yang diberikan dalam unit *cm*.
- (c) *Hasil yang diharapkan.*
Ukuran panjang dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Sebagai contoh, Zaidi menganggap panjang sisi tertentu dalam *cm* bagi rajah segi empat sama yang diberikan boleh menandakan luas. Tingkah laku beliau dalam menentukan luas bagi rajah segi empat sama dipaparkan dalam Petikan 34 di bawah.

Petikan 34: Sedutan daripada Protokol Z54PMLSE

- P: ...Boleh kamu mencari luas rajah segi empat sama ini jika luas bahagian berlorek hijau ialah 8 *cm* persegi?
- Z: Boleh (peserta kajian memerhatikan rajah segi empat sama seketika. Kemudian, beliau membuat catatan pada rajah segi empat sama dan pengiraan seperti di bawah). Dah.



- P: Boleh kamu beritahu luas rajah ini? (menunjukkan rajah segi empat sama).
- Z: 16 *cm*.
- P: Boleh kamu jelaskan macam mana kamu dapat 16 *cm*?
- Z: Yang ni dapat 4 *cm* (menunjukkan sisi mencancang di sebelah kanan rajah segi empat sama).
- P: Lepas tu apa kamu buat?
- Z: Tambah dengan 4 sini...4 sini...4 sini (menunjukkan sisi mengufuk di sebelah atas, sisi mencancang di sebelah kiri, dan sisi mengufuk di sebelah bawah rajah segi empat sama) dapat 16 *cm*.

Dalam Petikan 34, Zaidi menganggap hasil bahagi dua bagi luas kawasan berlorek segi tiga menyamai setiap panjang sisi sendeng segi tiga berlorek bersamaan dengan 4 *cm*. Panjang sisi sendeng dianggap menyamai panjang sisi menegak bagi segi empat sama. Oleh sebab rajah yang diberikan segi empat sama, dianggap semua sisi sama panjang. Sehubungan itu, beliau menggabungkan semua panjang sisi menegak dan mengufuk bagi segi empat sama sebagai luas bagi rajah keseluruhan rajah yang diberikan.

Kesimpulan. Dalam keempat-empat konteks penyelesaian masalah, aspek persamaan yang ditunjukkan bagi situasi yang diasimilasikan oleh responden adalah situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah yang dilukis atau rajah yang diberikan. Bagi aktiviti yang dijalankan oleh responden, langkah menggabungkan panjang semua sisi mengufuk dan menegak sebagai luas bagi rajah yang diberikan dalam unit *cm*. Seterusnya, bagi hasil yang diharapkan oleh responden, ukuran panjang dalam unit *cm* untuk menandakan luas.

Dalam pada itu, bagi keempat-empat konteks penyelesaian masalah, aspek perbezaan yang ditunjukkan bagi situasi yang diasimilasikan oleh responden adalah situasi melibatkan pencarian bilangan titik pada sisi dan dalam rajah yang diberikan. Bagi aktiviti yang dijalankan oleh responden, langkah-langkah (a) Menggabungkan semua bilangan titik sebagai luas bagi rajah yang diberikan; dan (b) Menganggap setiap titik sebagai 1 *cm* dan menggabungkan semua bilangan titik dalam ukuran unit *cm* sebagai luas bagi rajah yang diberikan. Seterusnya, bagi hasil yang diharapkan oleh responden, bilangan titik atau bilangan titik dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Rumusan

Pada umumnya, kelima-lima peserta kajian menunjukkan pengetahuan yang berbeza dalam pembelajaran matematik khususnya aspek tertentu mengenai luas segi empat. Namun begitu, beberapa ciri persamaan dalam idea mereka masih boleh diperhatikan melalui aktiviti yang dijalankan secara lisan dan bukan lisan. Sebagai contoh, dalam bahagian gambaran mental, pada umumnya, semua peserta kajian mempunyai lebih daripada satu cara untuk memberi respons. Enam cara yang dikenal pasti adalah terdiri daripada penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, penjelasan secara konkrit, penjelasan secara lorekan ruang rajah, penjelasan secara simbol, dan penjelasan secara operatif.

Bagi segi tiga dan segi empat, semua peserta kajian memberi penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, dan penjelasan secara konkrit. Dalam pada itu, semua peserta kajian turut memberi penjelasan secara lorekan ruang rajah, di samping penjelasan secara figuratif apabila memberi gambaran tentang luas segi tiga dan luas segi empat. Malah, semua peserta kajian cenderung memberi penjelasan secara operatif apabila menyatakan bayangan yang terlintas dalam fikiran mereka tentang cara menentukan luas segi empat. Di samping itu, gambaran mental yang dominan bagi perimeter segi empat adalah terdiri daripada tiga cara, iaitu penjelasan secara figuratif, penjelasan secara simbol, dan penjelasan secara operatif. Bagi isi padu kuboid pula, semua peserta kajian memberi gambaran mental mereka dengan menggunakan penjelasan secara figuratif sebagai kategori yang dominan. Nampaknya, peserta kajian cenderung menggunakan figuratif untuk menjelaskan bentuk dua dimensi atau tiga dimensi tertentu. Dalam pada itu, prosedur tertentu melibatkan operasi matematik dan dimensi rajah digunakan untuk menentukan luas, atau perimeter,

ataupun isi padu bagi rajah yang dilukis. Dalam perkara ini, kemungkinan tingkah laku peserta kajian dipengaruhi oleh cara guru mengajar konsep segi empat dan luas segi empat, iaitu mengajar dengan menggunakan lukisan rajah dan rumus tertentu yang dianggap boleh menentukan luas segi empat.

Dalam bahagian pentafsiran perwakilan rajah segi empat dan bukan contoh segi empat, peserta kajian menentukan rajah segi empat dan sebaliknya dengan menggunakan lebih daripada satu cara. Tiga cara yang digunakan oleh peserta kajian dikenal pasti, iaitu penentuan berdasarkan dimensi rajah, penentuan berdasarkan selarian sisi, dan penentuan berdasarkan simetri rajah. Bagaimanapun, bagi menentukan rajah segi empat dan bukan contoh segi empat, kategori penentuan berdasarkan dimensi rajah merupakan cara yang dominan. Misalnya, semua peserta kajian membandingkan saiz sisi, bilangan sisi, dan bilangan bucu antara dua rajah, dalam mana salah satu rajah tersebut dianggap sebagai segi empat. Dalam hal ini, peserta kajian cenderung menggunakan dimensi rajah untuk perbandingan daripada cara yang lain. Hal ini kemungkinan disebabkan pengaruh guru mengajar konsep bentuk berdasarkan dimensi rajah.

Tiga cara yang dikenal pasti untuk mewakili segi empat, iaitu perwakilan secara figuratif, perwakilan berdasarkan dimensi rajah, dan perwakilan berdasarkan simetri rajah. Semua peserta kajian menggunakan lebih daripada satu cara untuk mewakili segi empat, dalam mana perwakilan secara figuratif dan perwakilan berdasarkan dimensi rajah merupakan yang dominan. Misalnya, semua peserta kajian mewakili segi empat secara lukisan rajah. Di samping itu, mereka menjelaskan sesuatu rajah yang dilukis itu sebagai segi empat berdasarkan bilangan sisi, bilangan bucu, dan saiz sisi.

Seterusnya, pengetahuan konseptual tentang perimeter, pengetahuan prosedur tentang perimeter, pengetahuan konseptual tentang luas, pengetahuan prosedur tentang luas, pengetahuan konseptual tentang isi padu, dan pengetahuan prosedur tentang isi padu merupakan enam cara pentafsiran yang dikenal pasti daripada peserta kajian tentang makna perimeter, makna luas, dan makna isi padu. Pada umumnya, semua peserta kajian mentafsirkan perimeter bagi penutup tin dengan menggunakan pengetahuan konseptual tentang perimeter. Dalam konteks ini, majoriti daripada mereka menganggap ketinggian permukaan tin sebagai perimeter bagi penutup tin.

Dalam konteks mentafsir luas bagi segi empat sama tanpa unit persegi, semua peserta kajian menggunakan pengetahuan konseptual tentang luas dan pengetahuan prosedur tentang luas. Dalam pada itu, pengetahuan prosedur tentang luas merupakan cara yang dominan dalam kalangan peserta kajian untuk menentukan luas bagi segi empat sama. Mereka cenderung menentukan panjang sisi satu dimensi tertentu dan menjalankan tindakan seperti menambah antara panjang sisi, mendarab antara panjang sisi, malah panjang salah satu sisi dianggap sebagai luas bagi ruang dua dimensi segi empat sama. Apabila unit persegi diberikan, peserta kajian cenderung menentukan luas bagi seunit persegi dan menjalankan tindakan seperti mendarab bilangan unit persegi yang menutup ruang dua dimensi rajah segi empat sama dengan luas bagi seunit persegi.

Bagi mentafsir isi padu bagi kuboid, pengetahuan konseptual tentang isi padu dan pengetahuan prosedur tentang isi padu digunakan oleh peserta kajian. Pengetahuan prosedur tentang isi padu merupakan cara yang dominan digunakan bagi menentukan isi padu kuboid. Misalnya, bagi menentukan isi padu kuboid tanpa unit kubus, peserta kajian cenderung menentukan panjang sisi satu dimensi tertentu dan menjalankan tindakan seperti mendarab antara panjang sisi, menambah antara panjang sisi, atau

panjang salah satu sisi sebagai isi padu bagi kuboid. Apabila unit kubus diberikan, peserta kajian cenderung menentukan isi padu bagi seunit kubus dan nilai yang diperoleh didarab dengan bilangan unit kubus yang memenuhi ruang kuboid untuk menentukan isi padu bagi kuboid. Seterusnya, dalam menentukan perimeter dan luas bagi segi empat sama serta isi padu bagi kuboid dengan menggunakan alat pengukuran tertentu, peserta kajian cenderung menunjukkan tingkah laku yang menentukan jarak tertentu atau mengharapkan bilangan sesuatu alat pengukuran yang diperlukan bagi menentukan jarak tertentu dalam ukuran unit *cm*.

Dalam menyelesaikan masalah membabitkan luas segi empat dalam empat konteks yang berbeza, pada umumnya, situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu merupakan cara yang dominan oleh peserta kajian menentukan luas segi empat. Dalam konteks tertentu, menentukan bilangan sisi atau bilangan titik pada sisi atau dalam rajah juga dianggap sebagai tindakan untuk menentukan luas segi empat. Nampaknya, cara peserta kajian menjalankan aktiviti penyelesaian masalah cenderung kepada ukuran panjang sisi atau bilangan titik dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Seterusnya, penulisan Bab 5 membabitkan sembilan perkara penting, iaitu pengenalan, ringkasan kajian, ringkasan hasil kajian, rumusan hasil kajian, perbincangan membabitkan kesimpulan hasil kajian dan dapatan kajian, implikasi kepada teori, implikasi kepada amalan pendidikan, dan implikasi kepada kajian lanjut serta penutup.

Bab 5 Rumusan, Perbincangan, Dan Implikasi

Pengenalan

Bab 5 membincangkan lapan perkara utama, iaitu ringkasan kajian, ringkasan hasil kajian, rumusan hasil kajian, perbincangan kajian merangkumi generalisasi kepada hasil kajian dan dapatan kajian, implikasi kepada perkembangan teori, amalan pendidikan, dan kajian lanjut serta rumusan. Dalam bahagian ringkasan kajian, memberi gambaran menyeluruh yang ringkas, padu, dan padat tentang perkara tertentu dalam Bab 1, Bab 2, dan Bab 3. Bahagian ringkasan hasil kajian pula, satu ringkasan pendek membabitkan masalah kajian, soalan kajian, dan hasil kajian yang utama dinyatakan.

Seterusnya, dalam bahagian rumusan hasil kajian dan perbincangan, interpretasi ringkasan hasil kajian bagi pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat dibincangkan dengan merujuk soalan kajian dan tinjauan literatur yang relevan. Bagi implikasi kajian, fokus utama perbincangan membabitkan sumbangan kepada teori yang mendasari kajian, amalan pendidikan matematik, dan kajian lanjut berdasarkan hasil kajian dan tinjauan literatur yang relevan. Bahagian rumusan pula mengandungi refleksi sebelum, semasa, dan selepas kajian yang membawa mesej yang bermakna.

Ringkasan Kajian

Kajian ini mempunyai dua tujuan utama. Tujuan pertama adalah untuk mengenal pasti pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat berasaskan bahasa yang digunakan dan tingkah laku lisan dan bukan lisan yang ditunjukkan apabila mereka cuba menjelaskan makna bagi situasi membabitkan luas segi empat. Tujuan yang kedua pula adalah untuk meninjau bagaimana murid menggunakan pemahaman yang dimiliki

tentang luas dalam mentafsir, membanding, membeza, dan menyelesaikan masalah berkaitan dengan luas segi empat.

Dua belas jenis tugas tentang luas segi empat membabitkan bentuk dan ruang dijalankan terhadap lima orang murid dan setiap murid secara seorang demi seorang melalui tujuh sesi temu duga klinikal bagi tempoh empat bulan. Bagi menghasilkan respons terhadap tugas yang diberikan, empat situasi bermasalah yang berbeza disediakan, iaitu konteks gambaran mental, konteks perwakilan, konteks makna, dan konteks penyelesaian masalah. Analisis dan interpretasi tingkah laku murid disediakan daripada temu duga klinikal yang dirakam melalui perakam video dan audio, dokumen seperti hasil tugas murid, dan catatan pengkaji mengenai pemerhatian langsung tingkah laku murid. Rakaman video dan audio dianalisis selepas semua temu duga klinikal selesai dijalankan. Analisis data bagi pemahaman murid tahun Lima tentang luas segi empat dibentangkan dalam kajian kes bagi setiap murid dengan satu rumusan menyeluruh. Seterusnya, analisis merentas kajian kes dijalankan dan dibentangkan sebagai Bab 4. Analisis merentas kajian kes merupakan analisis konseptual yang dijalankan dan ia berguna untuk perbincangan dan rumusan akhir dalam bab ini.

Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian kes dan membabitkan kes interpretif, dalam mana pemahaman murid dalam konteks tertentu diperoleh dari perspektif murid sendiri. Apabila dilihat semula tinjauan literatur, secara umumnya, sebahagian besar kajian lepas tentang pemahaman murid yang berkaitan dengan geometri dan ruang membabitkan bentuk dan ruang boleh di bahagikan kepada tiga bahagian, iaitu pengetahuan murid dan orang dewasa, pembelajaran murid, pengajaran guru, dan aspek tertentu seperti tingkah laku, strategi, teknik, kaedah yang mempengaruhi pembelajaran dan pengajaran.

Kajian lepas yang berkaitan dengan pemahaman murid dan orang dewasa tentang bentuk, ruang, dan pengukuran membabitkan perimeter, luas, dan isi padu membabitkan pelbagai aspek seperti tingkah laku berasaskan perkaitan dan pelaziman serta pemprosesan maklumat yang aktif. Metafora pemikiran yang diutamakan adalah berdasarkan empiris dan komputer. Seterusnya, kajian lepas juga melibatkan aspek kognitif yang bertumpu kepada komunikasi dan interaksi sosial dalam pembinaan pengetahuan. Sehubungan itu, kajian yang lebih menonjol terhadap aspek kognitif membabitkan pembinaan yang aktif, konseptual yang digunakan melibatkan perwakilan mental, dan refleksi kurang diberi tumpuan. Dalam kajian ini, pemahaman murid tentang luas segi empat membabitkan bentuk, ruang, dan pengukuran memberi tumpuan terhadap aspek kognitif, iaitu pembinaan pengetahuan secara aktif berasaskan pengalaman yang merujuk deria, pengabstrakan empiris, dan pengabstrakan reflektif. Oleh itu, teori mengetahui, iaitu konstruktivisme radikal yang mampu menjelaskan persoalan ‘bagaimana seseorang individu membina pengetahuan dan menggunakan pengetahuan dalam konteks tertentu’ boleh dijadikan sebagai rangka teori dalam kajian ini berbanding dengan pendekatan lain yang tidak begitu minat kepada pembinaan pengetahuan yang berasaskan kepada peranan tindakan motor deria hingga operasi melibatkan refleksi tertentu.

Ringkasan Hasil Kajian

Bahagian ini melibatkan ringkasan hasil analisis data berdasarkan empat bahagian yang utama, iaitu gambaran mental, perwakilan, makna, dan penyelesaian masalah yang membabitkan luas segi empat oleh murid Tahun Lima. Hasil kajian boleh dirumuskan seperti yang berikut:

1. Murid memberi gambaran mental tentang segi empat dan gambaran tersebut dikelaskan kepada tiga kategori: (a) penjelasan berdasarkan ciri khusus, (b) penjelasan secara figuratif, dan (c) penjelasan secara konkrit.
2. Murid menentukan rajah segi empat atau bukan contoh segi empat dengan menggunakan tiga kategori: (a) penentuan berdasarkan dimensi rajah, (b) penentuan berdasarkan keselarian sisi, dan (c) penentuan berdasarkan simetri rajah.
3. Murid menggunakan tiga kategori untuk mewakili rajah segi empat sama dan rajah segi empat tepat: (a) perwakilan secara figuratif, (b) perwakilan berdasarkan dimensi rajah, dan (c) perwakilan berdasarkan simetri rajah.
4. Murid memberi gambaran mental tentang luas segi empat dan gambaran tersebut dikelaskan kepada enam kategori: (a) penjelasan berdasarkan ciri khusus, (b) penjelasan secara figuratif, (c) penjelasan secara konkrit, (d) penjelasan secara lorekan ruang rajah, (e) penjelasan secara simbol, dan (e) penjelasan secara operatif.
5. Murid menggunakan dua kategori dalam mentafsir tentang makna luas bagi segi empat: (a) pengetahuan konseptual tentang luas, dan (b) pengetahuan prosedur tentang luas. Di samping itu, makna unit luas yang dimiliki murid bagi segi empat dijelaskan dalam satu urutan yang mempunyai tiga bahagian, iaitu situasi yang diasimilasikan oleh responden, aktiviti yang dijalankan oleh responden, dan hasil yang diharapkan oleh responden iaitu:

(a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*

Situasi melibatkan bilangan alat bagi menutup ruang dua dimensi atau pencarian jarak.

- (b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*
Menutup ruang dua dimensi atau mengukur jarak dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.
- (c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*
Bilangan sesuatu alat pengukuran yang diperlukan atau ukuran dalam unit *cm*.
6. Murid mencari luas bagi kawasan berlorek dan memberi penjelasan yang mempunyai satu urutan yang mempunyai tiga bahagian seperti yang berikut:
- (a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*
Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi keseluruhan rajah berlorek atau rajah segi empat sama yang berlorek sepenuhnya.
- (b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*
Mengukur panjang sisi menegak dan mengufuk atau mengukur panjang sisi menegak, mengufuk, dan pepenjuru bagi rajah berlorek dengan menggunakan panjang sisi segi empat sama sebagai satu unit ukur.
- (c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*
Ukuran panjang dalam unit *cm* bagi menandakan luas.
7. **Situasi pertama.** Murid memberi penjelasan tentang cara membentuk rajah segi empat dengan keluasan 13 *cm* persegi dalam satu urutan yang mempunyai tiga bahagian seperti yang berikut:
- (a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*
Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah yang dilukis.
- (b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*
Menggabungkan sisi tertentu sama ada yang menyempadani, berada dalam, atau tidak berada sepenuhnya dalam rajah yang dilukis. Gabungan sisi tertentu membabitkan sisi mengufuk, sisi mencancang dan pepenjuru bagi rajah segi empat sama yang terletak sepenuhnya atau tidak berada sepenuhnya dalam rajah yang dilukis.
- (c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*
Ukuran panjang dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Situasi kedua. Murid memberi penjelasan tentang rajah yang mempunyai keluasan terbesar dalam satu urutan yang mempunyai tiga bahagian seperti yang berikut:

(a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*

Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah yang diberikan atau bilangan titik pada sisi dan dalam rajah.

(b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*

Menggabungkan semua bilangan titik pada sisi dan dalam rajah atau semua bilangan sisi antara dua titik ataupun dua sisi membabitkan salah satu sisi daripada dua sendeng sama panjang dengan sisi lain bagi rajah atau salah satu sisi daripada dua sisi berselari sama panjang dengan sisi lain rajah. Selain itu, ukuran panjang salah satu sisi daripada sisi tertentu yang sama panjang bagi rajah ditentukan sebagai luas. Sisi rajah melibatkan sisi sendeng, mengufuk dan menegak.

(c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*

(a) Bilangan sisi atau bilangan titik bagi menandakan luas.

(b) Ukuran panjang sisi atau bilangan titik dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Situasi ketiga. Murid memberi penjelasan tentang cara menentukan luas bagi keseluruhan rajah segi empat yang mengandungi kawasan berlorek berbentuk segi tiga dan ia berukuran 8 *cm* persegi. Penjelasan murid dinyatakan dalam satu urutan yang mempunyai tiga bahagian seperti yang berikut:

(a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*

Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah yang diberikan.

(b) *Aktiviti yang dijalankan.*

Menggabungkan panjang semua sisi mengufuk dan menegak atau panjang salah satu sisi rajah sebagai luas.

(c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*

Ukuran panjang dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Seterusnya, murid memberikan gambaran mental tentang segi tiga dan gambaran tersebut dikelaskan kepada tiga kategori, iaitu: (a) penjelasan berdasarkan ciri khusus, (b) penjelasan secara figuratif, dan (c) penjelasan secara konkrit. Murid turut memberikan gambaran mental tentang luas segi tiga dan gambaran tersebut dikelaskan kepada enam kategori, iaitu: (a) penjelasan berdasarkan ciri khusus, (b) penjelasan secara figuratif, (c) penjelasan secara konkrit, (d) penjelasan secara lorekan ruang rajah, (e) penjelasan secara simbol, dan (f) penjelasan secara operatif. Seterusnya, murid juga memberikan gambaran mental tentang perimeter segi empat dan gambaran tersebut dikelaskan kepada lima kategori, iaitu: (a) penjelasan berdasarkan ciri khusus, (b) penjelasan secara figuratif, (c) penjelasan secara konkrit, (d) penjelasan secara simbol, dan (e) penjelasan secara operatif. Di samping itu, murid memberikan gambaran mental tentang isi padu kuboid dan gambaran tersebut dikelaskan kepada lima kategori, iaitu: (a) penjelasan secara figuratif, (b) penjelasan secara konkrit, (c) penjelasan secara lorekan ruang rajah, (d) penjelasan secara simbol, dan (e) penjelasan secara operatif.

Murid menjelaskan makna perimeter bagi penutup tin dan ia dikelaskan kepada dua kategori, iaitu: (a) pengetahuan konseptual tentang perimeter, dan (b) pengetahuan prosedur tentang perimeter. Murid turut menjelaskan makna unit perimeter dalam suatu urutan peristiwa yang mengandungi tiga bahagian, iaitu:

- (a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*
Situasi melibatkan pencarian jarak tertentu
- (b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*
Mengukur jarak dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.
- (c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*
Bilangan sesuatu alat pengukuran yang diperlukan atau ukuran dalam unit *cm*.

Seterusnya, murid menjelaskan makna isi padu bagi kubus dan kuboid dan ia dikelaskan kepada dua kategori, iaitu: (a) pengetahuan konseptual tentang isi padu, dan (b) pengetahuan prosedur tentang isi padu. Murid turut menjelaskan makna unit isi padu dalam suatu urutan peristiwa yang mengandungi tiga bahagian, iaitu:

- (a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*
Situasi melibatkan bilangan alat bagi menutup ruang tiga dimensi atau tiga pencarian jarak.
- (b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*
Menutup ruang tiga dimensi atau mengukur jarak dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan.
- (c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*
Bilangan sesuatu alat pengukuran yang diperlukan atau ukuran dalam unit *cm*.

Rumusan Hasil Kajian

Dalam bahagian ini rumusan tentang hasil kajian dibuat dalam konteks soalan kajian. Sehubungan itu, rumusan hasil kajian ini dibuat interpretasi dengan mengambil kira tinjauan dalam Bab 2 tentang konstruktivisme radikal agar ia membawa makna bagi hasil kajian.

Soalan 1: Apakah gambaran mental yang dipunyai oleh murid Tahun Lima tentang segi empat?

Pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat membabitkan gambaran mental bagi segi empat dirumuskan kepada tiga kategori, iaitu penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, dan penjelasan secara konkrit. Penjelasan secara figuratif merupakan tingkah laku yang dominan dalam kalangan murid apabila memberi

gambaran secara spontan tentang segi empat. Berdasarkan kategori tersebut, pemikiran murid melibatkan beberapa ciri tertentu.

- a. *Penjelasan secara figuratif.* Semua murid cenderung untuk melukis rajah geometri berbentuk dua dimensi atau tiga dimensi apabila menggambarkan segi empat. Tingkah laku ini menunjukkan bahawa murid aktif mewakili semula pengalaman motor deria dengan serta-merta.
- b. *Penjelasan berdasarkan ciri khusus.* Seseengah murid menyatakan ciri khusus bagi rajah segi empat seperti sisi, bucu, dan permukaan dengan serta merta. Tingkah laku ini menunjukkan bahawa murid menggunakan tindakan dalaman untuk menggambarkan semula ciri umum. Sebahagian yang lain merujuk rajah segi empat yang dilukisnya terlebih dahulu untuk menjelaskan ciri khusus bagi rajah tersebut. Dalam hal ini, murid menggunakan pengetahuan figuratif yang dibina melalui pengabstrakan empiris bagi melakukan perwakilan mental.
- c. *Penjelasan secara konkrit.* Semua murid menggambarkan objek tertentu yang berbentuk tiga dimensi dan menyatakan ia mengandungi permukaan seperti segi tiga atau segi empat. Hal ini menunjukkan bahawa murid boleh visualisasi objek konkrit berdimensi tiga yang pernah melalui beberapa pengalaman lepas dan merumuskan ciri tertentu objek tersebut.

Soalan 2: Bagaimanakah murid Tahun Lima mentafsirkan perwakilan rajah segi empat yang diberikan?

Pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat membabitkan pentafsiran perwakilan rajah segi empat berdasarkan penentuan rajah segi empat dan

rajah bukan contoh segi empat dirumuskan kepada tiga kategori, iaitu penentuan berdasarkan dimensi rajah, penentuan berdasarkan selarian sisi, dan penentuan berdasarkan simetri rajah. Pemahaman murid yang dominan dari bahagian pentafsiran perwakilan rajah segi empat adalah kategori penentuan berdasarkan dimensi rajah. Berdasarkan tiga kategori pentafsiran perwakilan rajah segi empat tersebut, corak pemikiran murid membabitkan beberapa ciri figuratif dan operasi kognitif tertentu diperjelaskan.

- a. *Penentuan berdasarkan dimensi rajah.* Semua murid menentukan contoh rajah segi empat dan bukan contoh segi empat dengan menandakan, menunjukkan, membilang, atau menyatakan kesamaan atau ketidaksamaan bilangan sisi, bilangan bucu, atau keserupaan atau tidak serupa saiz sisi. Dalam hal ini, murid mewakili semula ciri bentuk geometri yang terbatin melalui pengalaman fizikal yang diperolehi. Pemerhatian dan penggunaan pancaindera dijadikan tindakan utama apabila menjalankan pentafsiran tersebut.
- b. *Penentuan berdasarkan keselarian sisi.* Tiga daripada lima murid yang menentukan contoh segi empat berdasarkan keselarian sisi, manakala empat daripada lima murid pula menentukan bukan contoh segi empat berdasarkan keselarian sisi. Dalam hal ini, semua murid tidak dapat membandingkan keselarian sisi antara senarai rajah yang diberikan, yakni ia memerlukan kebolehan fikiran membabitkan refleksi untuk mengaitkan perkara yang diwakili semula.

- c. *Penentuan berdasarkan simetri rajah.* Dua daripada lima murid yang menentukan contoh segi empat berdasarkan simetri rajah, manakala tiga daripada lima murid pula menentukan bukan contoh segi empat berdasarkan simetri rajah. Dalam hal ini, hanya sebahagian daripada murid yang boleh membayangkan dalam fikiran mengenai transformasi putaran terhadap bentuk dua dimensi yang diperhatikan. Murid mempunyai keupayaan dalam menggunakan operasi mental membabitkan gambaran secara imej untuk menggerakkan bahan dua dimensi.

Soalan 3: Bagaimanakah murid Tahun Lima mewakili segi empat?

Pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat membabitkan perwakilan rajah segi empat dirumuskan kepada tiga kategori, iaitu perwakilan secara figuratif, perwakilan berdasarkan dimensi rajah, dan perwakilan berdasarkan simetri rajah. Dalam pada itu, perwakilan berdasarkan dimensi rajah merupakan tingkah laku yang dominan dalam kalangan murid apabila menentukan rajah segi empat atau bukan contoh segi empat. Berdasarkan kepada kategori tersebut, pemikiran murid membabitkan beberapa ciri tertentu.

- a. *Perwakilan secara figuratif.* Semua murid menggambarkan suatu rajah geometri dua dimensi yang spesifik, kemudian melukis rajah tersebut. Hal ini menunjukkan suatu perwakilan ikonik dalam mana rajah segi empat yang dilukis oleh murid boleh diperhatikan secara langsung.
- b. *Perwakilan berdasarkan dimensi rajah.* Semua murid mewakili suatu rajah dua dimensi yang spesifik secara lakaran berdasarkan dimensi rajah seperti saiz sisi, bilangan sisi, dan bilangan bucu tertentu. Hal ini

menunjukkan murid membina semula bentuk dua dimensi yang pernah melalui pengalaman motor deria sebelumnya. Sehubungan itu, murid mewakili semula konsepsi tentang segi empat berdasarkan ciri khusus bagi bentuk dua dimensi yang diketahuinya.

- c. *Perwakilan berdasarkan simetri rajah.* Dua daripada Lima murid mewakili suatu rajah dua dimensi yang spesifik secara lakaran berdasarkan simetri bagi rajah yang dilukis mengikut arah putaran tertentu. Hal ini menunjukkan bukan semua murid boleh membuat visualisasi terhadap bentuk dua dimensi yang spesifik secara serta-merta supaya boleh ia diwakilkan secara figuratif dan pada masa yang sama memastikan bahawa bentuk dua dimensi yang dilakar itu suatu bentuk yang dikenal pasti melalui putaran yang dilakukan secara operasi mental membabitkan hubungan konseptual tertentu.

Soalan 4: Apakah gambaran mental yang dipunyai oleh murid Tahun Lima tentang luas segi empat?

Pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat membabitkan gambaran mental bagi luas segi empat dirumuskan kepada enam kategori, iaitu penjelasan berdasarkan ciri khusus, penjelasan secara figuratif, penjelasan secara konkrit, penjelasan secara lorekan ruang rajah, penjelasan secara simbol, dan penjelasan secara operatif. Dalam pada itu, penjelasan secara figuratif, penjelasan secara lorekan ruang rajah, dan penjelasan secara operatif merupakan tingkah laku yang dominan dalam kalangan murid apabila memberi gambaran secara serta-merta tentang luas segi empat.

Berdasarkan kepada kategori tersebut, pemikiran murid membabitkan beberapa ciri tertentu.

- a. *Penjelasan secara lorekan ruang rajah.* Semua murid melorek rajah dua dimensi tertutup dan menjelaskan bahawa bahagian yang dilorek itu sebagai luas. Tingkah laku ini menunjukkan bahawa pada awalnya, murid menggunakan pengetahuan figuratif untuk melakukan pengalaman konkrit membabitkan unsur deria bagi melorek ruang di dalam rajah dua dimensi tertutup. Kemudian, murid menggunakan pedalaman bagi menjelaskan secara lisan bahawa ruang di dalam dua dimensi yang dilorek itu sebagai simbol dalam fikiran tentang luas.
- b. *Penjelasan secara simbol.* Seorang daripada lima orang murid menandakan angka yang sama pada keempat-empat sisi bagi rajah segi empat sama yang dilukis. Dalam hal ini, individu tersebut menggunakan angka lima sebagai simbol operatif dalam mana ia secara langsung menunjukkan konsep abstrak tentang luas.
- c. *Penjelasan secara operatif.* Semua murid menjelaskan tentang luas yang diperoleh bagi sesuatu rajah yang dilukis itu sama ada melalui panjang satu sisi atau penambahan panjang sisi ataupun pendaraban antara panjang sisi. Dalam hal ini, murid cenderung membuat perbandingan atau hubungan antara sisi rajah dengan luas dalam menentukan nilai luas bagi bentuk dua dimensi tertutup. Hasil daripada gambaran semula tentang pengalaman menentukan luas dan persepsi yang dijalankan dalam konteks baharu yang dialami menghasilkan suatu jawapan tertentu. Hal ini menunjukkan bahawa kemungkinan murid menggunakan pengetahuan operatif, iaitu suatu

gabungan unsur figuratif dan operatif untuk menghasilkan penyelesaian tertentu.

Soalan 5: Apakah makna yang dimiliki oleh murid Tahun Lima tentang luas segi empat?

Pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat membabitkan bahagian makna luas segi empat dalam dua konteks yang berbeza, iaitu tanpa diberi unit persegi dan apabila diberi unit persegi. Dua kategori pengetahuan yang digunakan oleh murid untuk mentafsir tentang luas segi empat adalah pengetahuan konseptual tentang luas dan pengetahuan prosedur tentang luas. Berdasarkan kepada kategori tersebut, pemikiran murid membabitkan beberapa ciri tertentu.

- a. *Pengetahuan konseptual tentang luas.* Dalam konteks tanpa unit persegi, semua murid menunjukkan keseluruhan ruang di dalam rajah segi empat dan menjelaskan bahawa ruang tersebut luas bagi segi empat. Hal ini menunjukkan bahawa murid menggunakan pengetahuan konseptual yang dibina daripada pengalaman sendiri tentang luas. Jika diberi unit persegi, dua daripada lima murid menyatakan bilangan unit persegi yang disusun di dalam ruang rajah segi empat menyamai luas rajah sebab ia dapat menutup kesemua ruang dalam rajah. Hal ini menunjukkan bahawa bukan semua murid memiliki pengetahuan konseptual yang disedari sebab sebahagian besar murid belum berupaya menjelaskan perkara tentang keabadian luas walaupun mengetahui ruang di dalam rajah merupakan tempat terletaknya bahagian luas.
- b. *Pengetahuan prosedur tentang luas.* Dalam konteks tanpa unit persegi atau diberi unit persegi, semua murid menggunakan pembaris dan mengukur sisi

tertentu bagi rajah segi empat atau sisi tertentu unit persegi, kemudian menentukan luas rajah dengan cara tertentu. Misalnya, didapati beberapa tindakan untuk menentukan luas rajah, iaitu mendarab nilai ukuran panjang salah satu sisi mengufuk dengan nilai ukuran panjang salah satu sisi mencancang, menambah nilai ukuran panjang 4 sisi, menambah nilai ukuran panjang salah satu sisi mengufuk dengan nilai ukuran panjang salah satu sisi mencancang dan menyatakan nilai ukuran panjang salah satu sisi rajah sahaja. Hal ini menunjukkan murid menggunakan pengetahuan tentang cara bertindak dalam situasi yang dialaminya bagi menentukan luas segi empat dan hasil yang diperoleh bersifat logikal. Hasil kajian ini juga menunjukkan bahawa semua murid tidak sama dalam cara bertindak untuk menentukan luas dan berbeza dalam mentafsir tentang luas segi empat. Hal ini menunjukkan pengetahuan prosedur tentang luas yang digunakan oleh murid bukan mewakili kebenaran atau sepadan dengan realiti ontologi tetapi ia menggambarkan realiti bagi aspek luas segi empat yang dibina sendiri melalui pengalaman masing-masing. Murid mentafsirkan tindakan untuk menentukan luas segi empat secara berlainan berdasarkan pengalaman, kematangan, dan kegunaan masing-masing.

Soalan 6: Bagaimanakah murid Tahun Lima mencari luas segi empat?

Pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat membabitkan bahagian makna luas segi empat dalam konteks menentukan luas bagi kawasan berlorek dalam segi empat dengan menggunakan pengetahuan tentang luas yang dimiliki oleh murid. Sehubungan itu, murid memberi penjelasan tentang tindakan yang diambil untuk

menentukan luas bagi kawasan berlorek dan perkara itu dijelaskan dalam satu urutan yang mengandungi tiga bahagian, iaitu situasi yang diasimilasikan oleh responden, aktiviti yang dijalankan oleh responden, dan hasil yang diharapkan oleh responden. Berdasarkan kepada penjelasan tersebut, pemikiran murid membabitkan beberapa ciri tertentu.

(a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*

Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi keseluruhan rajah berlorek atau rajah segi empat sama yang berlorek sepenuhnya.

(b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*

Mengukur panjang sisi menegak dan mengufuk atau mengukur panjang sisi menegak, mengufuk, dan pepenjuru bagi rajah berlorek dengan menggunakan panjang sisi segi empat sama sebagai satu unit ukur.

(c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*

Ukuran panjang dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Dalam konteks menentukan luas kawasan berlorek bagi segi empat, murid menyesuaikan pengalaman baharu mereka dalam pengetahuan sedia ada. Sehubungan itu, proses pengecaman awal melibatkan proses asimilasi berlaku dalam diri murid membolehkannya murid mengenal pasti tindakan permulaan untuk menentukan luas. Dalam hal ini, sebahagian murid kemungkinan mentafsir dalam diri mereka bahawa luas kawasan berlorek dapat ditentukan melalui tindakan mencari panjang sisi tertentu bagi rajah berlorek, manakala sebahagian yang lain pula memikirkan bahawa panjang sisi tertentu bagi rajah segi empat sama yang berlorek sepenuhnya boleh memenuhi matlamat bagi menentukan luas.

Keadaan permulaan yang dialami oleh murid boleh mencetuskan tindakan fizikal dan operatif membabitkan aktiviti mental bagi murid meneruskan tindakan pencarian

panjang sisi tertentu. Dalam hal ini, semua murid menunjukkan tindakan fizikal mereka yang boleh diperhatikan seperti menulis angka tertentu pada sisi tertentu bagi rajah berlorek. Situasi ini menunjukkan murid mempunyai tujuan tertentu, iaitu mengukur panjang sisi menegak dan mengufuk atau mengukur panjang sisi menegak, mengufuk dan pepenjuru bagi rajah berlorek untuk menentukan luas. Dalam masa yang sama, murid turut menjalankan tindakan operatif membabitkan aktiviti menambah atau mendarab sisi tertentu bagi rajah berlorek.

Seterusnya, prosedur khusus yang dijalankan oleh murid sebagai respons berkaitan aktiviti menentukan luas, suatu keputusan diperoleh bagi meneruskan proses asimilasi tertentu. Dalam hal ini, beberapa hasil tertentu diperoleh, iaitu dua daripada lima murid menunjukkan hasil tambah dua sisi tertentu rajah berlorek sebagai luas. Manakala, seorang murid pula menjelaskan hasil tambah tiga sisi rajah berlorek sebagai luas. Selanjutnya, seorang daripada lima murid menunjukkan hasil darab antara tiga sisi rajah berlorek sebagai luas berbanding dengan seorang lagi yang melakukan hasil tambah sisi di sekeliling rajah segi empat yang berlorek sepenuhnya sebagai luas. Suatu persamaan bagi hasil yang diperoleh kelima-lima murid adalah hasil yang berbentuk simbolik dan ukuran panjang sisi dalam unit *cm* digunakan sebagai tanda luas. Hal ini menunjukkan kemungkinan suatu pola tertentu yang dibentuk oleh murid dalam pengalaman yang dialami sebelumnya berkaitan luas, yakni murid berupaya mengintegrasikan hasil diperoleh tentang luas ke dalam hasil yang diharapkan sebab pentafsiran yang dilakukan oleh murid tentang luas merupakan contoh bagi aktiviti menentukan luas yang pernah dialami.

Soalan 7: Bagaimanakah murid Tahun Lima menyelesaikan masalah membabitkan luas segi empat dalam konteks yang berbeza?

Pemahaman murid Tahun Lima tentang luas segi empat membabitkan bahagian penyelesaian masalah berkaitan luas segi empat dalam tiga konteks yang berbeza, iaitu membentuk segi empat yang mengandungi luas tertentu, menentukan rajah yang mempunyai keluasan terbesar, dan menghasilkan luas bagi keseluruhan rajah segi empat jika bentuk tertentu dalam rajah tersebut mengandungi luas tertentu. Sehubungan itu, murid memberi penjelasan tentang tindakan dan operasi tertentu yang dijalankan terhadap situasi penyelesaian masalah yang dihadapi oleh mereka dan hal tersebut dijelaskan dalam satu urutan yang mengandungi tiga bahagian, iaitu situasi yang diasimilasikan oleh responden, aktiviti yang dijalankan oleh responden, dan hasil yang diharapkan oleh responden. Berdasarkan kepada penjelasan tersebut, pemikiran murid membabitkan beberapa ciri tertentu.

(a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*

Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah yang dilukis.

(b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*

Menggabungkan sisi tertentu sama ada yang menyempadani, berada dalam, atau tidak berada sepenuhnya dalam rajah yang dilukis. Gabungan sisi tertentu membabitkan sisi mengufuk, sisi mencancang dan pepenjuru bagi rajah segi empat sama yang terletak sepenuhnya atau tidak berada sepenuhnya dalam rajah yang dilukis.

(c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*

Ukuran panjang dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Dalam ketiga-tiga konteks penyelesaian masalah, nampaknya semua murid menunjukkan kecocokan dalam tingkah laku pengecaman terhadap konteks pengalaman baharu yang dialami berkaitan penyelesaian masalah membabitkan luas segi empat

sebagai situasi yang pernah dialami sebelumnya. Hal ini disebabkan secara umumnya, semua murid bertindak untuk mencari panjang sisi tertentu bagi rajah yang diberikan sebagai suatu cara yang sedia diketahui sebelumnya dalam menyelesaikan masalah. Dalam perkara ini, situasi yang dialami murid diasimilasikan ke dalam pengetahuan sedia ada murid, dalam mana pengetahuan yang dipunyai murid mengandungi unsur tertentu yang secocok dengan kaedah penyelesaian masalah berkaitan luas membabitkan sisi tertentu rajah mungkin berperanan sebagai pencetus keadaan itu dan merupakan suatu pola tingkah laku yang digeneralisasikan.

(a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*

Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah yang diberikan atau bilangan sisi antara dua titik ataupun bilangan titik pada sisi dan dalam rajah.

(b) *Aktiviti yang dijalankan oleh responden.*

Menggabungkan semua bilangan titik pada sisi dan dalam rajah atau semua bilangan sisi antara dua titik ataupun ukuran panjang dua sisi membabitkan salah satu sisi daripada dua sendeng sama panjang dengan sisi lain bagi rajah atau salah satu sisi daripada dua sisi berselari sama panjang dengan sisi lain rajah. Selain itu, ukuran panjang salah satu sisi daripada sisi tertentu yang sama panjang bagi rajah ditentukan sebagai luas. Sisi rajah melibatkan sisi sendeng, mengufuk, dan menegak.

(c) *Hasil yang diharapkan oleh responden.*

- (a) Bilangan sisi atau bilangan titik bagi menandakan luas.
- (b) Ukuran panjang sisi atau bilangan titik dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Dalam menghasilkan matlamat khusus bagi konteks tertentu, murid berupaya mengasimilasikan situasi yang dialami dan menjalankan aktiviti spesifik yang berdaya maju bagi menentukan rajah yang mengandungi luas terbesar. Namun begitu, bukan semua murid memilih suatu matlamat yang secocok antara satu sama lain menyebabkan hasil yang berlainan dan bersifat relatif diperoleh. Dalam hal ini, tiga sub pengetahuan

yang berbeza digunakan oleh murid untuk menyelesaikan masalah, iaitu dua daripada lima murid menentukan bilangan sisi antara dua titik sebagai luas rajah terbesar. Manakala, seorang daripada lima murid pula menjelaskan bilangan titik pada sisi dan dalam rajah sebagai luas rajah terbesar. Seterusnya, seorang murid pula menjelaskan bahawa bilangan titik dalam unit *cm* yang menandakan luas rajah terbesar. Hal ini menunjukkan murid pernah mengalami kekangan asimilasi sebelumnya dan suatu operasi akomodasi tertentu dilalui untuk mengaktifkan perubahan kognitif bagi mengubah suai struktur pengetahuan yang dimiliki tentang luas. Hasil daripada operasi akomodasi dalam konteks situasi yang dialami, kemungkinan murid mengalami reaksi kognitif secara kebetulan dalam mengembangkan struktur konseptual menyebabkan keseimbangan dalaman tentang penyelesaian masalah berkaitan luas dapat dikekalkan. Dengan kata lain, operasi akomodasi yang berlaku secara sedar atau tidak sedar sebelum ini membolehkan murid mengekalkan pengetahuan yang digeneralisasikan seperti pencarian panjang sisi tertentu rajah sebagai tindakan yang berdaya maju dan bersifat dominan dalam menentukan luas bagi sesuatu rajah. Di samping itu, menambah sub pengetahuan tertentu dalam struktur konseptual sedia ada sebagai langkah penyesuaian bagi pengetahuan tindakan dan operasi yang membolehkan murid aktif untuk mengatasi konteks penyelesaian masalah berkaitan luas yang semakin mencabar.

- (a) *Situasi yang diasimilasikan oleh responden.*
Situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah yang diberikan.
- (b) *Aktiviti yang dijalankan.*
Menggabungkan panjang semua sisi mengufuk dan menegak atau panjang salah satu sisi rajah sebagai luas.
- (c) *Hasil yang diharapkan oleh responden*
Ukuran panjang dalam unit *cm* bagi menandakan luas.

Aktiviti murid membabitkan tindakan dan operasi berlandaskan matlamat tertentu. Berkaitan dengan itu, dalam dua konteks penyelesaian masalah berkaitan luas, semua murid menghasilkan keputusan tertentu yang secocok antara satu sama lain seperti ukuran panjang dalam unit *cm* bagi menandakan luas. Hal ini menunjukkan aktiviti spesifik yang dijalankan oleh murid berkaitan penyelesaian masalah tentang luas mengeluarkan hasil yang sudah biasa dialami sebelumnya dan kemungkinan suatu penyelarasan dilakukan di antara hasil yang dicapai dengan hasil yang diharapkan berdasarkan perbandingan dan pertimbangan antara satu sama lain bagi melaksanakan proses asimilasi tertentu. Dalam konteks tertentu seperti menentukan rajah yang mempunyai luas terbesar, empat hasil yang berbeza diperoleh untuk menandakan luas, iaitu bilangan titik, bilangan sisi, bilangan titik dalam unit *cm*, dan panjang sisi dalam unit *cm*. Hal ini memberi gambaran bahawa suatu modifikasi dalam konteks tertentu yang dialami murid sebelum ini mengubah aktiviti penyelesaian masalah berkaitan luas menyebabkan hasil yang diperoleh turut berubah.

Hal ini turut menunjukkan suatu penyusunan semula terhadap model pengetahuan sedia ada murid tentang penyelesaian masalah berkaitan luas kepada model pengetahuan baharu yang terdiri daripada suatu gabungan unsur lama dengan unsur baharu yang dihasilkan melalui proses akomodasi tertentu. Dengan kata lain, murid berupaya menggunakan semula pengetahuannya yang pernah melalui modifikasi tertentu bagi menghadapi konteks pengalaman baharu berdasarkan proses pengabstrakan reflektif membabitkan penstrukturan pengetahuan figuratif kepada pengetahuan operatif sebagai suatu mekanisme perubahan kognitif.

Perbincangan

Perbincangan kajian ini mempunyai beberapa kesimpulan melibatkan hasil kajian dan dapatan kajian yang mana interpretasi dibuat dengan mengambil kira beberapa kajian lepas yang ditinjau dalam Bab 2. Tujuh kesimpulan membabitkan makna tertentu yang dipunyai oleh murid tentang perimeter, luas, isi padu dan enam idea iaitu idea kuantiti, idea pengukuran jarak atau panjang sisi, idea pengukuran panjang sisi segi empat, idea bentuk, idea simetri, dan idea sisi kongruen yang digunakan oleh murid dalam pelbagai situasi seperti berikut:

1. Murid Tahun Lima dalam kajian ini memiliki makna tertentu tentang perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid yang membabitkan idea kuantiti dan pengukuran jarak atau panjang sisi.

Dalam kajian ini, idea kuantiti melibatkan bilangan alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga yang ditentukan oleh semua murid untuk memenuhi ruang berdimensi satu, dua, dan tiga apabila mengukur perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid. Dalam hal ini, sebahagian murid menganggap nilai ukuran perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid yang diukur menyamai alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga yang digunakan dalam bilangan tertentu. Seterusnya, idea pengukuran jarak atau panjang sisi melibatkan pencarian jarak atau panjang sisi untuk menentukan perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid apabila diberi alat pengukuran atau tanpa diberi alat pengukuran dan semua murid menandakan perimeter, luas, dan isi padu dalam unit ukuran *cm*. Sebagai tambahan, murid juga menggunakan unit ukuran *cm* bagi menandakan panjang sisi dalam penyelesaian masalah membabitkan luas segi empat.

2. Murid Tahun Lima dalam kajian ini didapati menggunakan idea kuantiti dalam cara khusus yang membabitkan penggunaan alat pengukuran berdimensi satu, dua, atau tiga dalam bilangan yang tertentu bagi menentukan perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid.

Dalam kajian ini, idea kuantiti melibatkan tiga bahagian dalam satu urutan peristiwa seperti yang berikut: (a) *situasi yang diasimilasikan oleh responden*, iaitu situasi melibatkan bilangan alat bagi menutup ruang berdimensi satu, dua, dan tiga. (b) *aktiviti yang dijalankan oleh responden*, iaitu menutup ruang berdimensi satu, dua, dan tiga dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan. (c) *hasil yang diharapkan oleh responden*, iaitu bilangan sesuatu alat pengukuran yang diperlukan. Hasil kajian ini mendapati empat daripada lima murid Tahun Lima menggunakan bilangan alat pengukuran satu dimensi yang sama banyak untuk menentukan perimeter segi empat. Manakala, tiga orang murid pula menentukan perimeter segi empat dengan menggunakan bilangan alat pengukuran dua dimensi yang sama banyak. Bagi menentukan luas segi empat, dua orang murid menggunakan bilangan alat pengukuran berdimensi satu dan dua yang sama banyak. Seterusnya, dua kumpulan murid yang terdiri daripada dua orang masing-masing menggunakan bilangan alat pengukuran satu dimensi yang sama banyak untuk menentukan isi padu kuboid. Manakala, bilangan alat pengukuran dua dimensi dan tiga dimensi yang sama banyak digunakan oleh dua orang murid untuk menentukan isi padu kuboid.

Hasil kajian ini berbeza dengan kajian Barrett, Cullen, Sarama, Clements, Klanderma, Miller dan Rumsey (2011) dalam penggunaan alat pengukuran apabila mengukur perimeter, luas, dan isi padu. Misalnya, kajian ini menggunakan idea kuantiti

dalam cara khusus penggunaan alat pengukuran tertentu, manakala kajian Barrett et al. pula menggunakan perbandingan kuantiti dalam penambahan bagi alat pengukuran apabila mengukur perimeter, luas, dan isi padu. Satu penjelasan yang mungkin bagi perbezaan ini ialah kajian Barrett et al. dijalankan dalam situasi eksperimen mengajar berbanding dengan kajian ini menggunakan temu duga klinikal. Persamaan di antara kajian ini dengan kajian Barrett et al. ialah idea umum yang dimiliki oleh murid, iaitu idea kuantiti semasa menggunakan alat pengukuran tertentu untuk mengukur perimeter, luas, dan isi padu. Hal ini mungkin kerana aktiviti membilang alat pengukuran tertentu diberi penekanan dalam proses pembelajaran yang berkaitan dengan perimeter, luas, dan isi padu (Casa, Spinelli,& Gavin, 2006; Muir, 2007; Winarti, Amin, Lukito & Gallen, 2012).

3. Kebanyakan murid Tahun Lima dalam kajian ini menggunakan idea pengukuran jarak atau panjang sisi dalam cara yang berbeza bagi mengukur perimeter, luas, dan isi padu apabila alat pengukuran diberi atau tanpa diberi. Seterusnya, mereka menggunakan ukuran panjang sisi dalam unit *cm* untuk memperoleh perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid.

Dalam kajian ini, idea pengukuran jarak atau panjang sisi melibatkan tiga bahagian dalam satu urutan peristiwa seperti yang berikut: (a) *situasi yang diasimilasikan oleh responden*, iaitu situasi melibatkan pencarian jarak atau panjang sisi. (b) *aktiviti yang dijalankan oleh responden*, iaitu menutup ruang berdimensi satu, dua, tiga dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan dan mencari jarak atau panjang sisi. (c) *hasil yang diharapkan oleh responden*, iaitu ukuran jarak atau panjang

sisi dalam unit *cm*. Dalam situasi yang mana alat pengukuran diberikan, kebanyakan murid mengukur jarak atau panjang sisi bagi rajah segi empat apabila mengukur perimeter dan luas serta isi padu kuboid dengan menggunakan alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga.

Dalam situasi tersebut, murid membandingkan jarak atau panjang sisi rajah segi empat dan kuboid dengan ukuran panjang sisi bagi alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga. Dalam situasi yang mana alat pengukuran tidak diberikan, semua murid menggunakan pembaris untuk mengukur panjang sisi segi empat dan kuboid. Kebanyakan murid menambah nilai ukuran panjang empat sisi bagi rajah segi empat sebagai ukuran perimeter dan luas. Seterusnya, dua daripada lima orang murid pula menambah nilai ukuran tinggi atau panjang empat sisi kuboid sebagai isi padu. Dua orang murid mengukur tinggi salah satu sisi, manakala seorang murid pula mendarab nilai ukuran panjang tiga sisi sebagai isi padu kuboid. Dalam konteks alat pengukuran diberi atau tanpa diberi, murid menggunakan ukuran dalam unit *cm* untuk memperoleh perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid.

Hasil kajian ini berbeza dengan kajian Battista, Clements, Arnoff, Battista, Borrow (1998) dan Outhred dan Mitchelmore (2000, 2004) dalam penggunaan idea tertentu bagi mengukur luas rajah segi empat tanpa atau dengan menggunakan alat pengukuran. Misalnya, kajian ini menggunakan idea pengukuran jarak atau panjang sisi dalam cara yang berbeza bagi mengukur luas rajah segi empat, manakala kajian Battista et al. dan Outhred dan Mithelmore pula menggunakan idea bilangan unit persegi untuk menentukan luas segi empat. Satu penjelasan yang munasabah bagi murid membilang unit persegi dalam ruang segi empat adalah berasaskan aktiviti lakaran

dengan menstruktur ruang segi empat kepada beberapa kawasan tertentu (Outhred & Mitchelmore, 2000, 2004).

Manakala kajian ini mendapati murid mengukur jarak atau panjang sisi rajah segi empat atau mengukur panjang sisi tertentu dengan menggunakan pembaris apabila menstruktur ruang segi empat dengan alat berdimensi tertentu untuk menentukan luas segi empat. Nampaknya, tingkah laku mengukur panjang sisi segi empat dengan menggunakan pembaris bagi menentukan luas juga dominan dalam kalangan guru pelatih (Baturu & Nason, 1996; Wun, 2010). Guru pelatih yang mengajar di sekolah rendah dan sekolah menengah rendah juga menunjukkan tingkah laku mengukur panjang sisi apabila menentukan luas permukaan segi empat (Tossavainen, Suomalainen, & Mäkäläinen, 2017).

Berhubung dengan pengukuran isi padu, tingkah laku murid dalam kajian ini berbeza dengan tingkah laku guru pelatih dalam kajian yang dijalankan oleh Battista dan Clements (1996, 1998), dan Latt (2007). Misalnya, murid dalam kajian ini menggunakan idea panjang sisi unit kubus atau idea jumlah panjang sisi unit kubus bagi menentukan isi padu kuboid, manakala kajian Clements dan Latt pula mendapati murid menggunakan idea membilang kubus atau membilang jumlah permukaan unit kubus bagi menentukan isi padu kuboid. Walaupun kajian ini dan kajian Clements dan Latt menggunakan temu duga sebagai asas untuk mengenal pasti pemahaman guru pelatih dan murid, namun hasil kajian Clements dan Latt adalah berdasarkan aspek visualisasi ruang pada rajah kuboid berbanding dengan hasil kajian ini berasaskan aspek pengabstrakan empiris dan pengabstrakan reflektif yang dilakukan oleh murid tentang penentuan ruang isi padu.

Seterusnya, hasil kajian ini konsisten dengan hasil kajian Wun (2010) dalam konteks penggunaan unit ukuran bagi mengukur panjang sisi dan perimeter. Misalnya, murid dalam kajian ini dengan guru pelatih kajian Wun masing-masing menggunakan unit *cm* bagi mengukur panjang sisi dan perimeter rajah segi empat. Perbezaan antara hasil kajian ini dengan hasil kajian Wun ialah guru pelatih dalam kajian Wun menggunakan unit persegi (cm^2) semasa mengukur luas segi empat berbanding dengan murid dalam kajian ini menggunakan unit *cm* bagi mengukur luas segi empat. Satu lagi perbezaan yang jelas antara kajian ini dengan kajian Wun ialah hasil kajian Wun menunjukkan bahawa guru pelatih mengetahui unit ukuran luas boleh diterbitkan daripada unit panjang berasaskan kuasa dua.

Manakala murid dalam kajian ini menghadapi kesukaran mengaitkan unit panjang dengan ukuran luas dan isi padu. Suatu kemungkinan murid sekolah rendah mendominasi dalam penggunaan unit *cm* dan ukuran panjang sisi kerana kurikulum matematik sekolah rendah bagi topik geometri dan ruang telah memberi penekanan terhadap kemahiran pengukuran panjang berbanding dengan pemahaman konseptual bagi ukuran luas dan isi padu (Gilbertson, He, Satyam, Smith III, & Stehr, 2016). Gilbertson, He, Satyam, Smith III, dan Stehr turut menjelaskan bahawa jika penggunaan unit ukuran panjang, luas, dan isi padu kurang diberi tumpuan bersama dalam kurikulum matematik maka murid akan menghadapi kesukaran untuk memahami perkaitan antara ukuran perimeter, luas, dan isi padu.

4. Semua murid Tahun Lima dalam kajian ini menggunakan idea pengukuran panjang sisi bagi segi empat dalam menyelesaikan masalah yang membabitkan luas rajah tersebut. Mereka menyatakan ukuran panjang sisi dalam unit *cm*. Seterusnya, sebahagian murid menggunakan idea pengukuran titik pada sisi dan permukaan rajah serta bilangan sisi untuk mengenal pasti rajah yang mempunyai luas terbesar.

Dalam kajian ini, idea pengukuran panjang sisi bagi segi empat melibatkan tiga bahagian dalam satu urutan peristiwa seperti yang berikut: (a) *situasi yang diasimilasikan oleh responden*, iaitu situasi melibatkan pencarian panjang sisi tertentu bagi rajah segi empat yang diberikan atau bilangan sisi antara dua titik ataupun bilangan titik pada sisi dan dalam rajah. (b) *aktiviti yang dijalankan oleh responden*, iaitu mengukur panjang sisi tertentu melibatkan sisi mengufuk, mencancang, menegak, sendeng, pepenjuru atau bilangan titik pada sisi dan dalam rajah ataupun bilangan sisi antara dua titik. (c) *hasil yang diharapkan oleh responden*, iaitu ukuran panjang sisi atau bilangan titik dalam unit *cm* ataupun bilangan titik dan bilangan sisi bagi menandakan luas. Dalam kajian ini, apabila diberi beberapa rajah segi empat sama dalam rajah berlorek, murid mengukur panjang sisi menegak, mengufuk, dan pepenjuru bagi rajah berlorek atau mengukur panjang sisi menegak dan mengufuk bagi rajah segi empat sama untuk menentukan luas. Seterusnya, murid menggabungkan sisi tertentu melibatkan sisi mengufuk, sisi mencancang, dan pepenjuru bagi rajah segi empat sama yang tidak berada atau terletak sepenuhnya dalam rajah yang dilukis sebagai luas dan menyatakan panjang sisi tersebut dalam unit ukuran *cm*. Dua daripada lima orang murid menganggap bilangan titik pada sisi dan permukaan rajah dua dimensi sebagai luas terbesar.

Manakala, bilangan sisi antara dua titik juga dianggap sebagai ukuran luas terbesar oleh dua orang murid.

Hasil kajian ini berbeza dengan hasil kajian Huang dan Witz (2009), Kamii dan Kysh (2006), dan Zhou (2012) dalam cara untuk menentukan luas segi empat. Misalnya, kajian ini menggunakan pengukuran panjang sisi untuk menentukan luas segi empat, manakala kajian Huang, Kamii dan Kysh, serta Zhou pula menggunakan pembilangan unit persegi untuk menentukan luas rajah tersebut. Dalam konteks temu duga klinikal, murid dalam kajian ini cenderung memberi tumpuan terhadap ukuran panjang sisi bagi unit persegi yang berlorek dalam grid, menggabung dan menambah panjang sisi atau bilangan sisi ataupun bilangan titik sebagai luas segi empat yang mana menggambarkan idea pengukuran panjang sisi segi empat yang diasimilasikan sebelum ini digunakan atau idea pengukuran titik yang tercetus melalui akomodasi tertentu digunakan bagi mengatasi masalah yang dihadapi oleh murid untuk menyelesaikan situasi berkaitan dengan luas segi empat.

Manakala, kajian keberkesanan oleh Huang dan Witz (2009) menjelaskan bahawa murid yang menerima pengajaran khusus atau tidak tentang pengukuran luas, masih membilang dan menambah unit persegi untuk menentukan luas segi empat dalam grid. Hal ini selari dengan kajian lepas bahawa kurikulum dan pengajaran luas segi empat menggunakan grid dapat mengupayakan murid dalam kemahiran membilang dan menambah unit persegi untuk menentukan luas segi empat (Clements, Battista, Sarama, Swaminathan, & McMillen, 1997; Huang, 2008; Schifter, Bastable, Russell, & Woleck, 2002). Kamii dan Kysh pula berpendapat bahawa walaupun kebanyakan murid mengetahui cara membilang dan menambah unit persegi bagi menentukan luas tetapi mereka kurang memahami unit persegi sebagai unit untuk mengukur luas. Malah Zhou

menjelaskan bahawa keupayaan murid membilang dan menambah unit persegi tidak semestinya murid mengetahui keabadian tentang luas. Selain itu, murid yang cenderung menggunakan rumus luas, iaitu panjang kali lebar melibatkan ukuran panjang sisi untuk mengukur luas kemungkinan kurang memahami maksud sebenar rumus tersebut (Huang & Witz, 2009; Kamii & Kysh, 2006). Hasil kajian ini boleh menyokong hasil kajian lepas yang menjelaskan bahawa pengajaran dalam kelas yang sangat menekankan penggunaan rumus luas melibatkan ukuran panjang sisi bagi mengira luas kemungkinan menyebabkan murid menghadapi kesukaran memahami konseptual tentang rumus tersebut (Kellogg, 2010; Muir, & Maher, 2012; Nunes, Light, & Mason, 1993; Zacharos, 2006).

5. Semua murid Tahun Lima dalam kajian ini menggunakan objek berdimensi satu, dua, dan tiga yang berbeza daripada bentuk rajah atau objek yang hendak diukur semasa mereka menentukan perimeter dan luas rajah segi empat serta isi padu objek kuboid.

Dalam kajian ini, semua murid menggunakan alat pengukuran berbentuk satu dimensi dan dua dimensi seperti cangkil gigi, straw, segi tiga, klip kertas, dan duit syiling yang berbeza dengan bentuk rajah segi empat apabila menentukan perimeter dan luas bagi rajah tersebut. Seterusnya, semua murid menggunakan alat pengukuran berdimensi satu dan dua seperti cangkil gigi, straw, kad bod segi empat sama yang berukuran panjang sisi 1 cm, 2 cm, 3 cm, segi tiga, klip kertas, dan duit syiling yang berbeza dengan bentuk objek kuboid apabila menentukan isi padu objek tersebut. Semua murid juga menggunakan alat pengukuran berdimensi tiga seperti kubus yang berukuran

panjang sisi 1 *cm*, 2 *cm*, dan 3 *cm* yang berbeza bentuk dengan objek kuboid apabila menentukan isi padu bagi objek tersebut.

Hasil kajian ini berbeza dengan kajian Curry, Mitchelmore dan Outhred (2006) dan Lehrer, Jaslow, dan Curtis (2003) dalam menggunakan bentuk alat pengukuran apabila menentukan perimeter, luas, dan isi padu. Misalnya, kajian ini menggunakan bentuk alat pengukuran yang berbeza daripada bentuk rajah segi empat atau objek kuboid, manakala kajian Curry et al. dan Lehrer et al. pula menggunakan bentuk alat pengukuran yang sama dengan bentuk rajah segi empat atau objek kubus apabila mengukur perimeter dan luas rajah serta isi padu objek tersebut. Hasil kajian Curry et al. menjelaskan bahawa kebanyakan murid berupaya menggunakan unit ukuran berdimensi satu, dua, dan tiga yang sama bentuk dengan rajah atau objek yang diukur adalah berasaskan pengalaman lepas menjalankan aktiviti pengukuran perimeter, luas dan isi padu dengan unit ukuran yang sesuai. Di sebaliknya, murid yang kurang diberi pengalaman pembelajaran menggunakan unit yang berbeza dimensi untuk mengukur panjang, luas, dan isi padu boleh menyukarkan murid mengenal pasti bahagian rajah atau objek yang mana sesuai untuk diukur dengan unit ukuran atau alat ukuran tertentu (Curry & Outhred, 2005).

6. Semua murid Tahun Lima dalam kajian ini menggunakan idea simetri melibatkan pantulan, putaran, dan translasi dalam menyusun alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga pada ruang berdimensi satu dan dua atas sisi dan permukaan rajah segi empat serta ruang berdimensi tiga dalam kuboid apabila mengukur perimeter, luas, dan isi padu.

Dalam kajian ini, semua murid menyusun alat pengukuran berdimensi satu dan dua secara translasi dan pantulan apabila mengukur perimeter dan luas segi empat

Empat daripada lima orang murid menyusun kebanyakan alat pengukuran berdimensi satu dan dua secara putaran untuk mengukur perimeter segi empat. Manakala tiga daripada lima orang murid pula menyusun kebanyakan alat pengukuran berdimensi satu dan dua secara putaran untuk mengukur luas segi empat. Apabila mengukur isi padu kuboid, semua murid menyusun alat pengukuran berdimensi dua dan tiga secara translasi dan pantulan. Tiga daripada lima orang murid menyusun alat pengukuran berdimensi tiga secara putaran, sementara alat pengukuran berdimensi satu secara translasi untuk mengukur isi padu.

Hasil kajian ini berbeza dengan kajian Miller (2013) dan Outhred dan Mitchelmore (2000, 2004) dalam menyusun alat pengukuran berdimensi dua, iaitu unit persegi dan unit segi tiga di atas sisi dan permukaan rajah segi empat apabila mengukur luas rajah tersebut. Misalnya, kajian ini menggunakan idea simetri melibatkan pantulan, putaran, dan translasi dalam menyusun unit persegi dan unit segi tiga apabila mengukur luas rajah segi empat, manakala kajian Miller, dan Outhred dan Mitchelmore pula menggunakan idea lukisan secara baris dan lajur, idea satu baris, idea satu lajur, dan idea bucu bagi unit persegi dan unit segi tiga apabila menentukan luas rajah tersebut.

Kajian Latt (2007) pula berbeza daripada kajian ini dalam konteks menyusun unit kubus dalam objek kuboid. Misalnya, kajian ini mendapati murid menyusun alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga secara translasi dan pantulan bagi menutup sisi di dalam ruang kuboid bagi menentukan isi padu kuboid. Walaupun murid dalam kajian ini membilang unit yang disusun dalam kuboid, tetapi mereka memberi tumpuan terhadap panjang sisi tertentu bagi alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga yang disusun dalam kuboid. Misalnya, murid dalam kajian ini menyusun unit kubus di sepanjang sisi dalam ruang kuboid, menambah bilang kubus, dan menentukan bilangan

panjang sisi tertentu bagi bilangan tertentu kubus bagi menentukan isi padu kuboid atau mendarab antara ukuran panjang, lebar, dan tinggi bagi sisi kubus atau kuboid untuk menentukan isi padu.

Manakala kajian Latt pula mendapati murid menggunakan idea visualisasi untuk menentukan bilangan susunan unit kubus berdimensi tiga pada permukaan dua dimensi untuk menentukan isi padu kuboid. Satu persamaan antara kajian ini dengan kajian Latt ialah murid atau orang dewasa tidak berupaya menyelaraskan dan menyepadukan unit kubus dalam kuboid serta menghadapi kesulitan dalam menstruktur dan menyesuaikan unit kubus dalam ruang tiga dimensi. Hal ini mungkin disebabkan mereka cenderung menggunakan rumus isi padu bagi menentukan isi padu kuboid (Battista & Clements, 1996; Christie, 2016; Tekin-Sitrava & Isiksal-Bostan, 2014).

7. Semua murid Tahun Lima dalam kajian ini meletakkan alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga di atas sisi yang kongruen bagi rajah segi empat dan objek kuboid apabila mereka mengukur perimeter dan luas rajah atau isi padu objek tersebut.

Dalam kajian ini, semua murid meletakkan alat pengukuran berdimensi satu iaitu cangkuk gigi di atas sisi yang kongruen bagi rajah segi empat dan objek kuboid apabila mengukur perimeter dan luas rajah atau isi padu objek tersebut. Seterusnya, semua murid meletakkan alat pengukuran dua dimensi, iaitu kad bod persegi yang berukuran panjang sisi 1 cm, 2 cm, 3 cm, dan kad bod segi tiga di atas sisi yang kongruen bagi rajah segi empat dan objek kuboid apabila mengukur perimeter dan luas rajah atau isi padu objek tersebut. Selain itu, semua murid juga meletakkan alat pengukuran berdimensi tiga iaitu objek kiub yang berukuran panjang sisi 1 cm, 2 cm, dan 3 cm pada sisi yang

kongruen bagi objek kuboid apabila mengukur isi padu objek tersebut. Dalam pada itu, seorang murid pula meletakkan alat pengukuran berdimensi satu dan dua iaitu cangkuk gigi, kadbod segi tiga, kadbod persegi yang berukuran panjang sisi 1 *cm*, 2 *cm*, dan 3 *cm* masing-masing antara satu sama lain pada permukaan rajah segi empat di atas sisi yang kongruen apabila mengukur luas rajah, manakala objek kuboid yang berukuran panjang sisi 1 *cm*, 2 *cm*, dan 3 *cm* masing-masing diletakkan antara satu sama lain dalam ruang objek kuboid pada sisi yang kongruen apabila mengukur isi padu objek tersebut.

Hasil kajian ini berbeza dengan Outhred dan Mitchelmore (2000, 2004) dalam menyusun unit persegi berdimensi dua dalam rajah segi empat untuk mengukur luas rajah tersebut. Misalnya, dalam konteks temu duga klinikal, kajian ini mendapati murid menyusun unit persegi di atas sisi kongruen dengan segi empat atau menyusun unit kubus pada sisi kongruen dengan sisi dalam kuboid, manakala dalam konteks visualisasi, kajian Outhred dan Mitchelmore mendapati murid melakar unit persegi secara anggaran dengan mewujudkan ruang atau bertindih antara unit persegi yang mana bentuk dan saiz lakaran unit persegi yang tidak kongruen antara satu sama lain digunakan. Pada umumnya, murid dalam kajian ini dan kajian Outhred dan Mitchelmore masih memberi tumpuan terhadap sisi segi empat tanpa mengaitkan dengan ruang dalam segi empat semasa menentukan luas. Hal ini mungkin disebabkan murid belum mengenal pasti hubungan antara saiz unit dengan panjang sisi segi empat (Outhred & Mitchelmore, 2004; Reynolds & Wheatley, 1996; Simon & Blume, 1994).

Implikasi kepada Teori

Kajian ini berlandaskan konstruktivisme radikal yang mana teori tersebut antara lainnya digunakan untuk memperincikan soalan kajian; membentuk rangka konseptual; mengumpul, menganalisis, dan mentafsir data kajian. Soalan kajian diperincikan dengan memberi tumpuan kepada lima aspek pemahaman berasaskan konstruktivisme radikal, iaitu gambaran mental, perwakilan, pentafsiran, makna, dan penyelesaian masalah. Rangka konseptual yang dibina pula mengandungi konstruk pemahaman yang membabitkan lima subkonstruk khusus dan konstruk matematik yang membabitkan tiga subkonstruk, iaitu perimeter segi empat, luas segi empat, dan isi padu kuboid. Seterusnya, temu duga klinikal dalam konteks kajian kes yang berasaskan konstruktivisme radikal digunakan sebagai kaedah pengumpulan data, manakala analisis protokol membabitkan analisis setiap kes dan merentas kes digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan. Akhir sekali, tafsiran data dibuat dengan menggunakan kaedah interpretasi merentas kes. Dalam semua perkara yang dinyatakan, konstruktivisme radikal didapati membantu pengkaji menjalankan tugas dengan berkesan.

Berdasarkan kajian ini, terdapat ruang bagi pemantapan rangka konseptual yang digunakan, iaitu penambahan subkonstruk baharu seperti penaakulan dan perbandingan kepada lima subkonstruk yang digunakan bagi konstruk pemahaman. Konstruk matematik pula boleh diperluaskan lagi dengan menambah subkonstruk seperti luas permukaan kuboid, luas permukaan melengkung silinder, dan luas permukaan bentuk tak sekata.

Dalam kajian ini, pemahaman yang dimiliki oleh murid tentang luas segi empat berbeza di antara satu sama lain dalam mana terdapat murid yang membina pengetahuan

mereka secara konkrit atau abstrak. Misalnya, apabila murid diminta untuk menentukan luas segi empat tanpa diberi unit persegi, dua orang murid menggunakan rumus perimeter untuk menambah empat panjang sisi segi empat, manakala seorang murid pula menggunakan prosedur penambahan panjang dua sisi dan seorang murid lagi mengukur panjang salah satu sisi rajah segi empat sebagai luas. Hanya seorang murid yang menentukan luas segi empat dengan menggunakan rumus luas. Keadaan ini menggambarkan bahawa pemahaman murid tentang luas segi empat mungkin mengalami perkembangan yang tertentu daripada tahap konkrit kepada tahap yang lebih abstrak selaras dengan pandangan konstruktivisme radikal tentang peringkat perkembangan kognitif murid (Piaget, 1929) dan penelitian boleh diberi kepada aspek perkembangan kognitif dengan merujuk hasil kajian ini sebagai landasan bagi sesuatu kajian.

Implikasi kepada Amalan Pendidikan

Hasil kajian ini mempunyai implikasi kepada amalan pendidikan matematik terutama dalam aspek pengajaran, pembelajaran, dan perkembangan kurikulum. Dalam kajian ini, murid Tahun Lima menggunakan idea kuantiti dalam cara khusus yang membabitkan penggunaan alat pengukuran berdimensi satu, dua atau tiga dalam bilangan tertentu bagi menentukan perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid. Idea kuantiti membabitkan tiga bahagian dalam satu urutan peristiwa seperti yang berikut: (a) *situasi yang diasimilasikan oleh responden*, iaitu situasi melibatkan bilangan alat bagi menutup ruang berdimensi satu, dua, dan tiga. (b) *aktiviti yang dijalankan oleh responden*, iaitu menutup ruang berdimensi satu, dua, dan tiga dengan menggunakan alat

pengukuran yang diberikan. (c) *hasil yang diharapkan oleh responden*, iaitu bilangan alat pengukuran yang diberikan. Antara lain, hasil kajian ini menunjukkan bahawa murid mempunyai pengetahuan asas yang lemah tentang ciri persamaan dan perbezaan antara alat pengukuran berdimensi satu, dua, atau tiga serta manipulasi alat pengukuran dengan cara yang betul bagi menentukan perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid. Sehubungan itu, hasil kajian ini boleh membantu guru merancang dan menyediakan pelbagai tugas dan latihan yang berorientasikan kemahiran, prosedur, dan konseptual bagi murid meneroka, membuat inkuiri, mengamati secara aktif, dan memperkukuh pemahaman mereka dengan bahan konkrit dan figuratif membabitkan alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga apabila menentukan perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid.

Seterusnya, murid Tahun Lima dalam kajian ini menggunakan idea pengukuran jarak atau panjang sisi bagi menentukan perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid. Mereka juga menggunakan unit ukuran *cm* bagi menandakan panjang sisi dalam penyelesaian masalah membabitkan luas segi empat. Idea pengukuran jarak atau panjang sisi membabitkan tiga bahagian dalam satu urutan peristiwa seperti yang berikut: (a) *situasi yang diasimilasikan oleh responden*, iaitu situasi melibatkan pencarian jarak atau panjang sisi. (b) *aktiviti yang dijalankan oleh responden*, iaitu menutup ruang berdimensi satu, dua, tiga dengan menggunakan alat pengukuran yang diberikan dan mencari jarak atau panjang sisi. (c) *hasil yang diharapkan oleh responden*, iaitu ukuran jarak atau panjang sisi dalam unit *cm*. Antara lain, hasil kajian ini menunjukkan bahawa murid tidak mempunyai pemahaman yang jelas tentang cara untuk menentukan perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid. Guru boleh memanfaatkan hasil kajian ini dengan memberi perhatian yang lebih kepada aspek konseptual dan prosedur

dalam penyediaan rancangan pelajaran dan pelaksanaan aktiviti pengajaran berasaskan unit ukuran yang sesuai bagi membantu murid menyelesaikan masalah dalam pelbagai konteks kehidupan harian yang berbeza membabitkan perimeter dan luas rajah segi empat dan isi padu kuboid.

Murid Tahun Lima dalam kajian ini juga menggunakan idea simetri dalam menyusun dan meletakkan alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga di atas sisi yang kongruen bagi rajah segi empat dan objek kuboid apabila mengukur perimeter dan luas rajah atau isi padu objek tersebut. Antara lain, hasil kajian ini mendapati bahawa murid Tahun Lima kurang mengetahui aspek simetri dan sisi kongruen yang terlibat dalam pengukuran perimeter dan luas segi empat serta isi padu objek kuboid dengan menggunakan alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga. Penggubal kurikulum matematik sekolah rendah boleh menggunakan hasil kajian ini dengan memberi cadangan untuk meluaskan kurikulum matematik dalam bidang sukatan dan geometri yang melibatkan teselasi supaya guru boleh menyediakan dan melaksanakan rancangan penilaian formatif dalam bilik darjah membabitkan pemerhatian, lisan, dan bertulis bagi memantapkan pertimbangan murid secara sedar mengikuti pembelajaran teselasi dalam pelbagai konsep geometri seperti sudut, sisi, kongruen, transformasi, simetri, pembesaran, orientasi, infiniti, dimensi, pembilangan, visualisasi, penggubahan, dan keindahan matematik apabila menggunakan alat pengukuran berdimensi satu, dua, dan tiga bagi menentukan perimeter dan luas segi empat serta isi padu objek kuboid.

Implikasi kepada Kajian Lanjut

Kajian ini telah mengenal pasti beberapa pemahaman tentang perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid yang dimiliki oleh murid Tahun Lima. Kajian lanjut boleh melibatkan murid Tahap Dua yang lain, iaitu Tahun Empat, dan Tahun Enam sebab ada kemungkinan mereka mempunyai pemahaman yang berbeza tentang perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid. Tambahan, pemahaman murid sekolah rendah tentang perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid mungkin boleh dijelaskan secara menyeluruh. Seterusnya, kajian ini dijalankan di kawasan berhampiran dengan bandar. Jika kajian lanjut dapat dilaksanakan dalam seting yang lain seperti kawasan luar bandar atau pedalaman, mungkin pengkaji boleh memperoleh pemahaman murid yang berbeza tentang perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid. Saiz sampel bagi kajian lanjut juga boleh diubah kepada bilangan murid yang ramai supaya kajian kes dan tinjauan dapat dilaksanakan untuk memperoleh maklumat yang cukup kaya dan luas tentang topik yang dikaji.

Dalam kajian ini, kaedah temu duga klinikal mampu mengenal pasti pemahaman yang dimiliki dan digunakan oleh murid Tahun Lima tentang perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid. Namun begitu, persoalan asas tentang bagaimana murid membina pemahaman tersebut masih belum dijawab. Oleh itu, kajian lanjut boleh menggunakan kaedah eksperimen mengajar sebagai kaedah untuk meneliti bagaimana pemahaman dibina dalam konteks pengajaran topik matematik yang dikaji. Dalam situasi kajian lanjut, kaedah eksperimen mengajar dapat membantu pengkaji untuk membina model tentang topik matematik untuk murid. Dalam pada itu, pengkaji berpeluang untuk menjawab beberapa persoalan kajian seperti bagaimanakah cara murid

membina konsep yang khusus tentang perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid?, dan bagaimanakah murid mengubah pengetahuan tertentu tentang perimeter dan luas segi empat serta isi padu kuboid yang dimilikinya kepada pengetahuan lain yang lebih berdaya maju?.

Seterusnya, kajian lanjut boleh mengenal pasti peringkat perkembangan kognitif yang mungkin dalam pemahaman murid tentang luas segi empat. Secara khusus, kajian lanjut yang dicadangkan mungkin dapat memberi tumpuan terhadap beberapa soalan kajian baharu seperti yang berikut: (a) apakah hubungan antara pemahaman murid tentang luas segi empat dengan pemahaman mereka tentang luas segi tiga?, (b) apakah hubungan antara pemahaman murid tentang luas segi empat dengan pemahaman mereka tentang perimeter rajah tersebut?, dan (c) apakah pemahaman murid tentang kesan penggunaan unit ukuran yang berbeza bagi memperoleh luas sesebuah segi empat?.

Penutup

Pengkaji menemui pelbagai gangguan pengalaman yang baharu dan mencabar apabila melaksanakan kajian ini bagi menjawab tujuan kajian. Kajian ini dikonseptualisasikan dengan berasaskan pengalaman oleh pengkaji menggunakan tindakan dan operasi yang sedia ada serta modifikasi pengalamannya di sepanjang masa kajian ini dijalankan. Pengkaji menganggap bahawa kajian ini memberi pengalaman pembelajaran yang mana perubahan kognitif dan pengetahuan dirinya diorganisasikan selalu bagi meneruskan kajian ini sehingga berjaya diselesaikan.

Secara spesifik, konstruktivisme radikal mendasari kajian ini dan ia mempengaruhi segala perjalanan kajian khususnya dapatan, hasil kajian, dan

kesimpulan. Pengkaji berpendapat bahawa konstruktivisme radikal membantu pengkaji untuk mengetahui tentang pemahaman yang dimiliki oleh murid berbeza-beza dan setiap murid dalam kajian ini mempunyai perkembangan kognitif daripada peringkat rendah dan konkrit kepada peringkat yang lebih tinggi dan abstrak berdasarkan pengalaman yang dilalui masing-masing dalam keadaan yang aktif dan bermakna. Bagi pengkaji, konstruktivisme radikal bukan hanya sebagai satu teori sahaja tetapi ia memainkan peranan yang penting dalam memandu pengkaji menjalankan kajian berdasarkan rangka konseptual yang dibentuk dalam konteks teori tersebut, menghadapi murid semasa temu duga klinikal, menganalisis, dan mentafsir data yang dikumpul bagi menjawab soalan kajian. Seterusnya, kesedaran penting yang mungkin setiap pengkaji menemui dalam diri masing-masing ialah bukan hanya kajian yang dijalankan itu berlandaskan konstruktivisme radikal tetapi perubahan diri seorang pengkaji sebagai ahli konstruktivisme radikal yang melaksanakan kajian berkaitan dengan pendidikan matematik.

Rujukan

- Abdelfatah, H. (2011). A story-based dynamic geometry approach to improve attitudes toward geometry and geometric proof. *The International Journal on Mathematics Education*, 43(3), 441-450.
- Abdolreza, L., Aida Suraya, M. Y., Rohani, A. T., & Rosnaini, M. (2014). Investigating malaysian secondary school mathematics teachers' perception of national philosophy of education. *International Educational Studies*, 7(10), 122-129.
- Achor, E.E., Imoko, B.I., & Ajai, J.T. (2010). Sex differentials in students' achievement and interest in geometry using games and simulations technique. *Necatibey Faculty of Education Journal of Science and Mathematics Education*, 4(1), 1-10.
- Aida Suraya Md. Yunus. (1999). Temu duga klinikal: Asas dalam mengenal pasti pengetahuan murid tentang sesuatu konsep. *Jurnal Pendidikan. Journal of Educational Research*, 20(1), 1-11.
- Alexander, D. C., & Koeberlein, G. M. (2015). Elementary geometry for college students (ed. ke-6). USA: Cengage Learning.
- Babbie, E., & Mouton, J. M. (2001). *The practice of social research*. Cape Town: Oxford University Press.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum (2012). Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR): *Dokumen Standard: Modul Teras Asas*. Matematik Tahun Tiga. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum (2013). Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR): *Dokumen Standard Kurikulum Dan Pentaksiran*, Matematik Tahun Empat. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum (2014). Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR): *Dokumen Standard Kurikulum Dan Pentaksiran*, Matematik Tahun Lima. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum (2015). Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR): *Dokumen Standard Kurikulum Dan Pentaksiran*, Matematik Tahun Satu. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Ball, D. L. (1988). Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy: Examining what prospective teachers bring to teacher education. (Disertasi Doktor Falsafah tidak diterbitkan). Michigan State University, East Lansing.
- Barmby, P., Harries, T., Higgins, S., & Suggate, J. (2009). The array representation and primary children's understanding and reasoning in multiplication. *Educational Studies in Mathematics*, 70, 217-241.

- Barrett, J. E., & Clements, D. H. (2003). Quantifying path length: Fourth-grade children's developing abstractions for linear measurement. *Cognition and Instruction*, 21(4), 475-520.
- Barrett, J. E., Clements, D. H., Klanderman, D. B., Pennisi, S. J., Polaki, V. (2006). Students' coordination of geometric reasoning and measuring strategies on a fixed perimeter task: developing mathematical understanding of linear measurement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(3), 187-221.
- Barrett, J. E., Jones, G., Thornton, C., & Dickson, S. (2003). Understanding children's developing strategies and concepts for length. Dalam D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement* (h. 17-30). Reston, VA: NCTM.
- Barrett, J. E., Cullen, C., Sarama, J., Clements, D. H., Klanderman, D., Miller, A. L., & Rumsey, C. (2011). Children's unit concepts in measurements: a teaching experiment spanning grades 2 through 5. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 43(5), 637-650.
- Barron, A. E., Kemker, K., Harmes, C., & Kalaydjian, K. (2003). Large-scale research study on technology in K-12 schools. *Journal of Research on Technology in Education*, 35(4), 489-507.
- Battista, M. T. (2003a). Computer technologies and teaching geometry through problem solving. Dalam F. K. Lester, Jr. (Ed.), *Teaching mathematics through problem solving: Prekindergarten-grade 6* (h. 229-238). Reston, VA: NCTM.
- Battista, M. T. (2003b). Understanding students' thinking about area and volume measurement. Dalam D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement* (h. 122-142). Reston, VA: NCTM.
- Battista, M. T. (2004). Applying cognition-based assessment to elementary school students' development of understanding of area and volume measurement. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 185-204.
- Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. Dalam F. K. Jr. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (h. 843-904). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Battista, M. T., & Clements, D. H. (1996). Students' understanding of three-dimensional rectangular arrays of cubes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(3), 258-292.
- Battista, M. T., & Clements, D. H. (1998). Finding the number of cubes in rectangular cube buildings. *Teaching Children Mathematics*, 4(5), 258-264.

- Battista, M. T., Clements, D. H., Arnoff, J., Battista, K., & Borrow, C. V. A. (1998). Students' spatial structuring of 2D arrays of squares. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(5), 503-532.
- Baturo, A., & Nason, R. (1996). Students teachers' subject matter knowledge within the domain of area measurement. *Educational Studies in Mathematics*, 31(3), 235-268.
- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. *The Qualitative Report*, 13(4), 544-559.
- Bello, I., Kaul, A., Britton, J. R. (2014). *Topics in Contemporary Mathematics* (ed. ke-10). Belmont, USA: Cengage Learning.
- Bennett, A. B. Jr., & Nelson, L. T. (2001). *Mathematics for elementary teachers: A conceptual approach* (ed. ke-5). New York: McGraw-Hill.
- Billstein, R., Liberskind, S., & Lott, J. W. (2006). *A problem solving approach to mathematics* (ed. ke-9). Boston: Pearson Education, Inc.
- Bokosmaty, S., Mavilidi, M.-F., & Paas, F. (2017). Making versus observing manipulations of geometric properties of triangles to learn geometry using dynamic geometry software. *Computer & Education*, 113, 313-326.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (2003). *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods* (ed. ke-4). Allyn and Bacon: Pearson Education Group, Inc.
- Booker, G., Bond, D., Sparrow, L., & Swan, P. (2014). *Teaching primary mathematics* (ed. ke-5). Frenchs Forest, NSW: Pearson Australia.
- Bragg, P., & Outhred, L. (2000). Students' knowledge of length units: Do they know more than rules about rulers?. Dalam T. Nakahara & M. Koyama (Eds.), *Proceedings of the 24th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Jld. 2, h. 97-104). Hiroshima, Japan: Hiroshima University.
- Bragg, P., & Outhred, L. (2004). A measure of rulers: The importance of units in a measure. Dalam T. Nakahara & M. Koyama (Eds.), *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Jld.2, h. 159-166). Hiroshima, Japan: Hiroshima University.
- Casa, T. M., Spinelli, A. M., Gavin, M. K. (2006). This about covers it!: Strategies for finding area. *Teaching Children Mathematics*, 13(3), 168-178.

- Cass, M., Cates, D., Smith, M., & Jackson, C. (2003). Effects of manipulative instruction on solving area and perimeter problems by students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18(2), 112-120.
- Cavanagh, M. (2008). Reflections on measurement and geometry. *Reflections*, 33(1), 55-58.
- Cederberg, J. N. (2000). *A course in modern geometries: Projective geometry* (ed. ke-2). New York: Springer Street.
- Chang, K. E., Sung, Y. T., & Lin, S. Y. (2007). Developing geometry thinking through multimedia learning activities. *Computers in Human Behavior*, 23(5), 2212-2229.
- Chappell, M., & Thompson, D. (1999). Perimeter or area?: Which measure is it?. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 5(1), 20-23.
- Cheung, L. H. (2011). *Enhancing students' ability and interest in geometry learning through geometric constructions*. (Tesis sarjana pendidikan tidak diterbitkan). Universiti Hong Kong, Pokfulam, Hong Kong.
- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self - explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13(2), 145-182.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. Dalam D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (h. 420-464). New York, NY: Macmillan.
- Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J., Swaminathan, S., & McMillen, S. (1997). Students' development of length concepts in a Logo-based unit on geometric paths. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 70-95.
- Clements, D. H., Sarama, J., & DiBiase, A. M. (2004). *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education*. Mahwah: Erlbaum.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2009). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. New York: Routledge.
- Corbishley, J. B., & Truxaw, M.P. (2010). Mathematical readiness of entering college freshmen: An exploration of perception of mathematics faculty. *School Science and Mathematics*, 110 (2), 71-85.
- Creswell, J. W. (2008). *Educational Research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (ed. ke-3). New Jersey: Prentice Hall.

- Curry, M., & Outhred, L. (2005). Conceptual understanding of spatial measurement. Dalam P. Clakson, A. Downton, D. Gronn, M. Horne, A. McDonough, R. Pierce, & A. Roche (Eds.), *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (h. 265-272). Sydney: MERGA.
- Curry, M., Mitchelmore, M., & Outhred, L. (2006). Development of children's understanding of length, area, and volume measurement principles. Dalam J. Novotna, H. Moraova, M. Kratka & N. Stehlikova (Eds.), *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Jilid 2, h. 377-384). Prague: PME.
- diSessa, A. A. (2007). An interactional analysis of clinical interviewing. *Cognition and Instruction*, 25(4), 523-565.
- Doig, B., Cheeseman, J., & Lindsey, J. (1995). The medium is the message: Measuring area with different media. Dalam B. Atweh & S. Flavel (Eds.), *Galtha, Proceedings of the 18th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (h. 229-234). Darwin, Australia: MERGA.
- Duffin, J. M., & Simpson, A. P. (2000). A search for understanding. *Journal of Mathematical Behaviour*, 18(4), 415-427.
- Douady, R., & Perrin, M. J. (1986). Concerning conceptions of area (students aged 9 to 11). Dalam L. Burton & C. Hoyles (Eds.), *Proceedings of 10th PME International Conference* (h. 253-258). London, England: PME.
- Ebersbach, M. (2009). Achieving a new dimension: Children integrate three stimulus dimension in volume estimations. *Developmental Psychology*, 45(3), 877-883
- Erbas, A. K., & Yenmez, A. A. (2011). The effect of inquiry-based explorations in a dynamic geometry environment on sixth grade students' achievements in polygons. *Computers and Education*, 57(4), 2462-2475.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data* (ed. ke-2). Cambridge, MA: MIT Press.
- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (1993). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 26(2), 43-71.
- Faridah, M. I. (2009). *Skim pembahagian nombor bulat bagi murid Tahun Empat* (Tesis Doktor Falsafah tidak diterbitkan). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Ferrer, B. B., Hunter, B., Irwin, K. C., Sheldon, M. J., Thompson, C., & Visto-Yu, C. (2001). By the unit or square unit?. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 7(3), 132-137.

- Fierro, R. D. (2013). *Mathematics for elementary school teachers*. San Marcos, California State University: Cengage Learning.
- Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2008). *How to design and evaluate research in education* (ed. ke-7). New York: McGraw-Hill.
- Fujita, T., Kondo, Y., Kumakura, H., & Kunimune, S. (2017). Students' geometric thinking with cube representations: Assessment framework and empirical evidence. *The Journal of Mathematical Behavior*, 46, 96-111.
- Gagne, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., & Keller, J. M. (2005). *Principles of instructional design* (ed. ke-5). Belmont, CA: Wadsworth.
- Gilbertson, N. J., He, J., Satyam, V. R., Smith III, J. P., & Stehr, E. M. (2016). The definitions of spatial quantities in elementary curriculum materials. Dalam M. B. Wood, E. E. Turner, M. Civil, & J. A. Eli (Eds.), *Proceedings of the 38th Annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (h. 74-80). Tucson, AZ: The University of Arizona.
- Ginsburg, H. P. (1997). *Entering the child's mind: The clinical interview in psychological research and practice*. New York: Cambridge University Press.
- Ginsburg, H. P. (2009). The challenge of formative assessment in mathematics education: Children's minds, teacher's minds. *Human Development*, 52(2), 109-128.
- Grant, T. J., & Kline, K. (2003). Developing the building blocks of measurement with young children. Dalam D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and Teaching Measurement, 2003 Yearbook of NCTM* (h. 143-155). Reston, VA: NCTM.
- Gutierrez, A., Pegg, J., & Lawrie, C. (2004). Characterization of students' reasoning and proof abilities in 3-dimensional geometry. Dalam M. J. Hoines & A. B. Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Jld.2, h. 511-518). Bergen, Norway.
- Halat, E. (2006). Sex-related differences in the acquisition of the van Hiele levels and motivation in learning geometry. *Asia Pacific Education Review*, 7(2), 173-183.
- Hannafin, R. D., Truxaw, M. P., Vermillion, J. R., & Liu, Y. (2008). Effects of spatial ability and instructional program on geometry achievement. *The Journal of Educational Research*, 101(3), 148-156.

- Harries, T., & Barmby, P. (2007). Representing and understanding multiplication. *Research in Mathematics Education*, 9(1), 33-46.
- Haylock, D. (2006). *Mathematics explained for primary teachers* (ed. ke -3). London: Sage Publications.
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. Dalam D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (h. 65-97). New York: Mcmillan.
- Hino, K. (2002). Acquiring new uses of multiplication through classroom teaching: An exploratory study. *Journal of Mathematical Behavior*, 20(4), 477-502.
- Hirstein, J. J., Lamb, C. E., & Osborne, A. (1978). Student misconcepts about area measure. *Arithmetic Teacher*, 25(6), 10-16.
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.
- Huang, H.-M. E. (2008). *Children's understanding of concepts of area measurement* (Disertasi Doktor Falsafah tidak diterbitkan). Universiti Illinois, Urbana-Champaign.
- Huang, H.-M. E., & Witz, K. G. (2009). Developing children's conceptual understanding of area measurement: A curriculum and teaching experiment. *Learning and Instruction*, 21(1), 1-13.
- Hung, P. H., Hwang, G. J., Lee, Y. H., & Su, I. H. (2012). A cognitive component analysis approach for developing game-base spatial learning tools. *Computers and Education*, 59(2), 762-773.
- Husaina Banu, K. (2006). *Using geometer's sketchpad in teaching geometrical transformations for Form Two students*. (Tesis sarjana tidak diterbitkan). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Hong, L. T. (2006). *Van Hiele levels and achievement in writing geometry proofs among Form Six students*. (Tesis sarjana tidak diterbitkan). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Hwang, G. J., Shi, Y. R., & Chu, H. C. (2011). A concept map approach to developing collaborative Mindtools for context-aware ubiquitous learning. *British Journal of Educational Technology*, 42(5), 778-789.
- Idris, A. R., & Anis, K. K. (2011). Pembangunan perisian berbantuan komputer (PBK): Matematik Tingkatan Satu bertajuk luas. *Journal of Science and Mathematics Educational*, 2, 67-78.

- Isiksal, M., & Askar, P. (2005). The effect of spreadsheet and dynamic geometry software on the achievement and self-efficacy of 7th grade students. *Educational Research*, 47(3), 333-350.
- Izsák, A. (2005). "You have to count the squares": Applying knowledge in pieces to learning rectangular area. *The Journal of The Learning Sciences*, 14(3), 361-403.
- Johnson, D. L., & Maddux, C. D. (2007). Introduction: Effectiveness of information technology in education. *Computers in the Schools*, 24(3-4), 1-6.
- Jones, K. (2002). Issues in the teaching and learning of geometry. Dalam L. Haggarty (Ed.), *Aspects of Teaching Secondary Mathematics: perspectives on practice*. London: Routledge Falmer. Chapter 8, 121-139.
- Kamii, C., & Clark, F. (1997). Measurement of length: The need for a better approaching. *School Science and Mathematics*, 97(3), 116-121.
- Kamii, C., & Kysh, J. (2006). The difficulty of "length x width": Is a square the unit of measurement?. *Journal of Mathematical Behavior*, 25(2), 105-115.
- Kastberg, S. E. (2002). *Understanding mathematical concepts: The case of the logarithmic function* (Disertasi kedoktoran tidak diterbitkan). Universiti of Georgia, Athens, Georgia.
- Kellogg, M. S. (2010). *Preservice elementary teachers' pedagogical content knowledge related to area and perimeter: A teacher development experiment investigating anchored instruction with web-based microworlds* (Disertasi kedoktoran tidak diterbitkan). University of South Florida, Tampa Florida.
- Kordaki, M. (2003). The effect of tools of a computer Microworld on students' strategies regarding the concept of conservation of area. *Educational Studies in Mathematics*, 52(2), 177-209.
- Kospentaris, G., Spyrou, P., & Lappas, D. (2011). Exploring students' strategies in area conservation geometrical tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 7(7), 105-127.
- Lai, C. W. (2004). *Pembinaan modul pengajaran berdasarkan teori konstruktivisme*. (Tesis sarjana muda tidak diterbitkan). Universiti Teknologi Malaysia, Johor Baharu.
- Latt, W. E. (2007). *Preservice teachers' conceptual understanding of perimeter, area, and volume*. (Tesis sarjana tidak diterbitkan). Lakehead University, Thunder Bay, Ontario.
- Lang, S., & Murrow, G. (1988). *Geometry* (ed. ke-2). New York: Springer-Verlag, Inc.

- Lehrer, R., Jaslow, L., & Curtis, C. L. (2003). Developing an understanding of measurement in the elementary grades. Dalam D. H. Clements & G. Bright (Eds.). *Learning and Teaching Measurement, 2003 Yearbook of NCTM* (h. 100-121). Reston, VA:NCTM.
- Leonard, M. K., Tipps, S., & Johnson, A. (2004). *Guiding Children's Learning of Mathematics* (ed. ke-10). United States of America: Thompson Learning, Inc.
- Livy, S., Muir, T., & Maher, N. (2012). How do they measure up? Primary pre-service teachers' mathematical knowledge of area and perimeter. *Mathematics Teacher Educational and Development*, 14(2), 91-112.
- Long, C. T., & DeTemple, D. W. (2003). *Mathematical reasoning for elementary teachers* (ed. ke-3). Boston: Pearson Education, Inc.
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Machaba, F. M. (2016). The concepts of area and perimeter: Insights and misconceptions of Grade 10 learners. *Pythagoras-Journal of the Association for Mathematics Education of South Africa*, 37(1), 1-11.
- Markopoulos, C., Potari, D., Boyd, W., Petta, K., & Chaseling, M. (2015). The development of primary school students' 3D geometrical thinking within a dynamic transformation context. *Creative Education*, 6(14), 1508-1522.
- Marshall, C., & Rossman, G. B. (2016). *Designing qualitative research* (ed. ke-6). Thousand Oaks, California: SAGE Publications, Inc.
- Marshman, M. (2014). Using Concept Maps to Show" Connections" in Measurement: An Example from the Australian Curriculum. *Australian Mathematics Teacher*, 70(4), 11-20.
- Martin, J. D. (2009). *A study of Fourth Grade students' understanding of perimeter, area, surface area, and volume when taught concurrently*. (Disertasi kedoktoran tidak diterbitkan). Universiti of Tufts, USA.
- Martin, W. G., & Strutchens, M. E. (2000). Geometry and measurement. Dalam E. A. Silver & P. A. Kenney (Eds.), *Results from the Seventh Mathematics Assessment of the National Assessment of Educational Progress* (hlm. 193-234). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Mayer, R. E. (1996). Learners as information processors: Legacies and limitations of educational psychology's second metaphor. *Educational Psychologist*, 31(3-4), 151-161.

- Maher, C. A., & Beattys, C. B., (1986). Examining the Construction of Area and its Measurement by Ten to Fourteen Year old Children. In East Lansing, G. Lappan & R. Even (Eds.), *Proceedings of the 8th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (h. 163-168). North America.
- Mayes, R. L., Peterson, F., Bonilla, R. (2013). Quantitative reasoning learning progressions for environmental science: Developing a framework. *Numeracy*, 6(1), 1-28.
- McAndrew, E. M., Morris, W. L., & Fennell, F. (2017). Geometry-related children's literature improves the geometry achievement and attitudes of second-grade students. *School Science and Mathematics*, 117, 34–51.
- Mayring, P. (2014). *Qualitative Content Analysis: Theoretical Foundation, Basic Procedures and Software Solution*. Klagenfurt: Beltz.
- Menon, R. (1998). Preservice Teachers' understanding of perimeter and area. *School Science and Mathematics*, 98(7), 361-367.
- Merriam, S. B. (1998). Qualitative research and case study applications in education. *Revised and expanded from case study research in education* (ed. ke-2). California: Josey- Bass Inc.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (ed. ke-3). Hoboken, NJ: Jossey-Bass.
- Michaels, S., Shouse, A., & Schweingruber, H. (2008). Ready, Set, Science!: Putting research to work in K-8 science classrooms. *Board on Science Education, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Miller, A. L. (2013). Investigating conceptual, procedural, and intuitive aspects of area measurement with non-square area units. (Disertasi kedokteran tidak diterbitkan). Illinois State University, Normal, United States.
- Minetola, J. R., Ziegenfuss, R. G., & Chrisman, J. K. (2014). *Teaching young children mathematics*. New York: Routledge.
- Mogari, D. (2003). A relationship between attitude and achievement in Euclidean geometry of Grade 10 pupils. *African Journal of Research, Science and Technology Education*, 7(1), 63-72.
- Mohd Salleh, A., Mohamad Bilal, A., & Hock, T. T. (2012). Assisting primary school children to progress through their van Hiele's levels of geometry thinking using Google SketchUp. *Social and Behavioral Sciences*, 64(1), 75-84.

- Moyer, P. S. (2001). Using representations to explore perimeter and area. *Teaching Children Mathematics*, 8(1), 52-59.
- Muir, T. (2007). Developing an understanding of the concept of area. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 12(4), 4-9.
- Mulcahy, C. A. (2007). *The effects of a contextualized instructional package on the area and perimeter performance of secondary students with emotional and behavioral disabilities*. Disertasi Doktor Falsafah yang tidak diterbitkan. University of Maryland, College Park.
- Mulligan, J. T., Prescott, A., Mitchelmore, M. C., & Outhred, L. (2005). Taking a closer look at young students' images of area measurement. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 10(2), 4-8.
- Mullis, V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. USA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Musser, G. L., Peterson, B. E., & Burger, W. F. (2008). *Mathematics for Elementary Teachers: A contemporary approach*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2009). *Focus in high school mathematics: Reasoning and sense making*. Reston, VA: NCTM.
- Nik Azis, N. P. (1987). *Children's fractional schemes*. (Disertasi kedoktoran tidak diterbitkan). University of Georgia, Athens, Georgia.
- Nik Azis, N. P. (1996). Penghayatan matematik KBSR dan KBSM: *Perkembangan profesional*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Nik Azis, N. P. (1999a). *Pendekatan konstruktivisme radikal dalam pendidikan matematik*. Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.
- Nik Azis, N. P. (1999b). Asas konstruktivisme dalam pendidikan matematik. *Masalah Pendidikan*, 22(1), 1-26.
- Nik Azis, N. P. (2008). *Isu-isu kritikal dalam pendidikan matematik*. Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.
- Nik Azis, N. P. (2009). *Pengembangan nilai dalam pendidikan matematik dan sains*. Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.

- Nik Azis, N. P. (2014). *Penghasilan disertasi berkualiti dalam pendidikan matematik*. Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.
- Nik Azis, N. P. (2016). *Perspektif Bersepadu Sejagat dalam pendidikan matematik*. Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.
- Nik Azis, N. P., & Faridah, M. I. (2011). Konsepsi murid berumur 10 tahun tentang pembahagian melibatkan sifar. *ATIKAN: Jurnal kajian pendidikan*, 1(1), 91-104.
- Nik Suryani, N. A. R. (2002). *Skim peratus bagi pelajar Tingkatan Satu*. (Tesis Doktor Falsafah tidak diterbitkan). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Nitbach, E., & Lehrer, R. (1996). Developing spatial sense through area measurement. *Teaching Children Mathematics*, 2, 473-476.
- Nor Afizah, A. (2009). *Pembinaan perisian pembelajaran berbantuan komputer (PBK) menggunakan pendekatan pembelajaran kontekstual bagi matapelajaran matematik tingkatan 1: perimeter and area*. (Tesis sarjana muda tidak diterbitkan). Universiti Teknologi Malaysia, Johor baharu.
- Noraini, I. (2009). The impact of using geometers' sketchpad on Malaysian students' achievement and van Hiele geometric thinking. *Journal of Mathematics Education*, 2(2), 94-107.
- Norton, A. H. (2000). Student conjectures in geometry. Dalam M. L. Fernandez (Ed.). *Proceedings of the Twenty-Second Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (h. 290-299). Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Norton, A. H. (2004). *Students' conjectural operations*. Disertasi Kedoktoran tidak diterbitkan. Universiti Georgia, Athens, Georgia.
- Nunes, T., Light, P., & Mason, J. (1993). Tools for thought: The measurement of length and area. *Learning and Instructions*, 3, 39-54.
- Olkun, S., Altun, A., & Smith, G. (2005). Computers and 2D geometric learning of Turkish fourth and fifth graders. *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 317-326.
- Outhred, L. N., & Mitchelmore, M. C. (2000). Young children's intuitive understanding of rectangular area measurement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(2), 144-167.
- Outhred, L. N., & Mitchelmore, M. C. (2004). Students' structuring of rectangular arrays. Dalam A.B. Fuglestad (Ed.), *Proceedings of the 28th Conference of the*

International Group for the Psychology of Mathematics Education. (Jld. 3, h. 465-472). Bergen, Norway: Program Committee.

- Panaoura, A. (2014). Using representations in geometry: a model of students' cognitive and affective performance. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(4), 498-511.
- Panaoura, A., Deliyianni, E., Gagatsis, A., & Elia, I. (2011). Self-beliefs about using representations while solving geometrical problems. Dalam M. Pytlak, T. Rowland, & E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the 7th Conference of the European Society for Research in Mathematics Education: Working Group 7*. (h. 1169-1178). Rzeszów, Poland: European Society.
- Papadopoulos, I., & Dagdilelis, V. (2008). Students' use of technological tools for verification purposes in geometry problem solving. *The Journal of Mathematical Behavior*, 27(4), 311-325.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (ed. ke-2). Newbury Park, CA: Sage.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (ed. ke-3). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Piaget, J. (1929). *The child's conceptions of the world*. New York: Harcourt & Brace.
- Piaget, J., & Szeminska, A. (1952). *The Child's conception of number*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J., Inhelder, B., & Szeminska, A. (1960). *The Child's conception of geometry*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Pirie, S., & Kieren, T. (1994). Growth in mathematical understanding: How can we characterize it and how can we represent it? *Educational Studies in Mathematics*, 26 (2-3), 165-190.
- Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2009). Cognitive styles, dynamic geometry and measurement performance. *Educational Studies in Mathematics*, 70(1), 5-26.
- Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2010). Spatial versus object visualization: The case of mathematical understanding in three-dimensional arrays of cubes and nets. *International Journal of Educational Research*, 49(2-3), 102-114.
- Pivec, M. (2007). Editorial: Play and learn: Potentials of game-based learning. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 387-393.

- Prieto, N.J., Juanena, J. M. S., & Star, J. R. (2014). Designing geometry 2.0 learning environments: a preliminary study with primary school students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(3), 396-416.
- Reinke, K. S. (1997). Area and perimeter: Preservice teachers' confusion. *School Science and Mathematics*, 97(2), 75-77.
- Reynolds, A., & Wheatley, G. H. (1996). Elementary students' construction and coordination of units in an area setting. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(5), 564-581.
- Rickard, A. (1996). Connections and confusion: Teaching perimeter and area with a problem-solving oriented unit. *Journal of Mathematical Behavior*, 15, 303-327.
- Rickard, A. (2005). Constant perimeter, varying area: A case study of teaching and learning mathematics to design a fish rack. *Journal of American Indian Education*, 44(3), 80-100.
- Robinson, R. A. (2012). *Integrating educational technology to increase academic performance of Sixth-Grade mathematics student* (Disertasi kedokteran tidak diterbitkan). Universiti Nova Southeastern, USA.
- Royati, A. S., Ahmad Fauzi, M. A., & Rohani, A. T. (2010). The effects of GeoGebra on mathematics achievement: Enlightening coordinate geometry learning. *Social and Behavioral Sciences*, 8(1), 686-693.
- Ryan, J., & Williams, J. (2007). *Children's mathematics 4-15: Learning from errors and misconceptions*. England: Open University Press.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. Madison Ave, New York: Routledge.
- Serow, P., & Callingham, R. (2011). Levels of use of interactive whiteboard technology in primary mathematics classroom. *Technology, Pedagogy, and Education*, 20(2), 161-173.
- Schifter, D., Bastable, V., Russell, S. J., & Woleck, K. R. (2002). *Measuring space in one, two, and three dimensions: Casebook*. Parsippany, NJ: Dale Seymour Publication.
- Schifter, D., & Szymaszek, J. (2003). Structuring a rectangle: Teachers write to learn about their students' thinking. Dalam D. H. Clements & G. Bright (Eds.). *Learning and Teaching Measurement, 2003 Yearbook of NCTM* (h. 143-155). Reston, VA: NCTM.
- Schoenfeld, A. H. (1989). Explorations of students' mathematical beliefs and behavior. *Journal of Research in Mathematics Education*, 20(4), 338-355.

- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. Dalam D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (h. 334-370). New York: McMillan.
- Schoenfeld, A. H. (2015). How we think: A Theory of Human decision-making, with a focus on teaching. Dalam S. J. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education: Intellectual and Attitudinal Challenges* (h. 229-246). Seoul, Korea: Springer International Publishing.
- Sfard, A. (2000). Symbolizing mathematical reality into being: Or how mathematical discourse and mathematical objects create each other. Dalam E. Yackel, P. Cobb, & K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms* (h. 37-98). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Sharifah Norul Akmar, S. Z. (1997). *Skim penolakan integer pelajar tingkatan dua* (Tesis Doktor Falsafah tidak diterbitkan). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Sharifah Norul Akmar, S. Z. (2004). Konstruktivisme radikal dan temu duga klinikal dalam penyelidikan pendidikan matematik. Dalam Y. Marohaini (Ed.), *Penyelidikan kualitatif: Pengalaman kerja lapangan kajian* (ed. ke-2). (h. 223-252). Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.
- Shenton, A. K. (2004). Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Education for Information*, 22, 63-75.
- Sherman, H., & Randolph, T. (2004). Area and perimeter: "Which is which and how do we know?". *Research for Educational Reform*, 9(3), 25-36.
- Sierpinska, A. (1994). *Understanding in mathematics*. Washington, DC: Falmer Press.
- Siew, N. M., Chong, C. L. (2014). Fostering students' creativity through van Hiele's 5 phase-based Tangram activities. *Journal of Education and Learning*, 3(2), 66-80.
- Simon, M. A., & Blume, G. W. (1994). Building and understanding multiplicative relationships: A study of prospective elementary teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(5), 472-474.
- Skemp, R. (1987). *Psychology of learning mathematics*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Stake, R. E. (1994). Case studies. Dalam N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (h. 236-247). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage.

- Stake, R. E. (2000). Case studies. Dalam N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (ed. ke-2). (h. 435-454). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Stake, R. E. (2005). Qualitative case studies. Dalam N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage Handbook of Qualitative Research* (ed. ke-3). (h. 443-466). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Steffe, L. P. (1991). The constructivist teaching experiment: Illustrations and implications. Dalam V. E. Glasersfeld (Ed.), *Radical constructivism in mathematics education* (h. 177-194). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Steffe, L. P. (2000). Perspectives on practice in mathematics education. Dalam L. P. Steffe & P. Thompson (Eds.), *Radical constructivism in action: Building on the pioneering work of Ernst von Glasersfeld* (h. 179-192). London, UK: Falmer Press.
- Steffe, L. P. (2002). A new hypothesis concerning children's fractional knowledge. *Journal of mathematical Behavior*, 20, 267-307.
- Steffe, L. P. (2007). Radical Constructivism and "School mathematics". Dalam M. Laroche (Ed.), *Key works in Radical Constructivism* (h. 279-289). The Netherlands: Sense Publishers.
- Steffe, L. P. (2008). Mathematical schemes as instruments of interaction. *Constructivist Foundations*, 3(2), 74-76.
- Steffe, L. P. (2010). Perspectives on collaborative research in mathematics education with interdisciplinary connections. Dalam S. A. Chamberlin, & L. L. Hatfield (Eds.), *New perspectives and directions for collaborative research in mathematics education: Papers from a planning conference for WISDOMe. WISDOMe Monograph Volume 1* (h. 11-28). College of Education, University of Wyoming.
- Steffe, L. P., & Cobb, P. (1983). The constructivist researcher as teacher and model builder. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14(2), 83-94.
- Steffe, L. P., & Cobb, P. (1984). Children's construction of multiplicative and divisional concepts. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 6(1), 11-29.
- Steffe, L. P., & Cobb, P. (1988). *Construction of arithmetical meanings and strategies*. New York: Springer-Verlag.
- Steffe, L. P., & Gale, J. (1995). *Constructivism in Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Steffe, L. P., & Hirstein, J. J. (1976). Children's thinking in measurement situations. Dalam D. Nelson & R. Reys (Eds.), *Measurement in School Mathematics* (h. 35-39). Reston, VA: NCTM.
- Steffe, L. P., & Kieren, T. E. (1994). Radical constructivism and mathematics education. *Journal for Research in mathematics Education*, 25(6), 711-733.
- Steffe, L. P., & Olive, J. (2010). *Children's fractional knowledge*. New York: Springer.
- Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000a). Interaction or intersubjectivity? A reply to Lerman. *Journal for Research in mathematics Education*, 31(2), 191-209.
- Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000b). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. Dalam A. Kelley & R. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (h. 267-307). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Stephan, M., & Clements, D. H. (2003). Linear and area measurement in Prekindergarten to Grade 2. Dalam D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement* (h. 3-16). Reston, VA: NCTM.
- Strutchens, M. E., Martin, W. G., & Kenny, P. A. (2003). What students know about measurement: Perspectives from the National Assessment of Educational Progress. Dalam D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement: 2003 Yearbook*. Reston, VA: NCTM.
- Suggate, J., Davis, A., & Goulding, M. (1999). *Mathematical knowledge for primary teachers*. London: David Fulton Publishers.
- Sung, Y. T., Shih, P. C., & Chang, K. E. (2015). The effects of 3D-representation instruction on composite-solid surface-area learning for elementary school students. *Instructional Science*, 43(1), 115-145.
- Szydlik, J. E. (2000). Mathematical beliefs and conceptual understanding of the limit of a function. *Journal for research in Mathematics Eduaction*, 31(3), 258-276.
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151-169.
- Tan-Sisman, G., & Aksu M. (2015). A study on sixth grade students' misconceptions and errors in spatial measurement: length, area, and volume. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-27.
- Tossavainen, T., Suomalainen, H., & Mäkäläinen, T. (2017). Student teachers' concept definitions of area and their understanding about two-dimensionality of

area. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(4), 520-532.

Tubach, G., & Henthorne, K. D. (2010). *CliffsNotes Texas Examination of Educator Standards: Generalist EC-6*. USA: Wiley, Riverstreet.

Truran, J. M., & Truran, K. M. (1998). Using clinical interviews in qualitative research. Dalam J. A. Malone, B. Atweh, & J. R. Northfield (Eds.), *Research and supervision in mathematics and science education* (h. 61-83). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Usiskin, Z., Griffin, J., Witonsky, D., & Willmore, E. (2008). *The classification of quadrilaterals: A study of definition*. USA: Age Publishing Inc.

Usiskin, Z. (2015). What does it mean to understand some mathematics?. Dalam S. J. Cho (Ed.), *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education* (h. 821-841). Seoul, Korea: Springer International Publishing.

Van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and School mathematics* (Ed. ke-5). Boston, MA: Pearson Education Inc.

Vasilyeva, M., Ganley, C. M., Casey, B. M., Dulaney, A., Tillinger, M. & Anderson, K. (2013). How children determine the size of 3D structures: Investigating factors influencing strategy choice. *Cognition and Instruction*, 31(1), 29-61.

Von Glasersfeld, E. (1983). "Learning as a constructive activity". Dalam J. Bergeron, & N. Herscovics (Ed.), *Proceedings of the Fifth Annual Meeting of the International Group for Psychology in Mathematics Education*. Montreal, Canada: University of Quebec.

Von Glasersfeld, E. (1989). Constructivism in education. Dalam T. Husen & T. N. Postlethwaite (Eds.), *The international encyclopedia of education, supplement* (Jld.1, h. 162-163), New York: Pergamon Press.

Von Glasersfeld, E. (1992). A constructivist approach to experiential foundations of mathematical concepts. Dalam S. Hills (Ed.), *History and philosophy of science in science education*. Kingston, Ontario: Queen's University, 551-571.

Von Glasersfeld, E. (1995). *Radical Constructivism: A way of knowing and learning*. London: The Falmer Press.

Von Glasersfeld, E. (2000). Problems of constructivism. Dalam L. P. Steffe, & P. Thompson (Eds.), *Radical constructivism in action: Building on the pioneering work of Ernst von Glasersfeld* (h. 3-9). London, UK: Falmer Press.

- Von Glasersfeld, E. (2001). The radical constructivist view of science. *Foundations of Science*, 6(1-3), 31-43.
- Von Glasersfeld, E. (2007). *Key works in Radical Constructivism*. The Netherlands: Sense Publishers.
- Voulgaris, S. & Evangelidou, A. (2004). Volume conception in late primary school children in Cyprus. *Quaderni di Ricerca in Didattica*, 14, 1-31.
- Wagman, H. G. (1975). The child's conception of area measurement. In M. F. Roszkopf (Ed.), *Children's mathematical concepts: Six Piagetian studies in mathematics education*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Weckbacher, L.M., & Okamoto, Y. (2014). Mental rotation ability in relation to self-perceptions of high school geometry. *Learning and Individual Differences*, 30, 58-63.
- Wiest, L.R. (2005). To build a dog run: The relationship between perimeter and area. *Australian Primary Mathematics*, 10(2), 21-25.
- Winarti, D. W., Amin, S. M., Lukito, A., & Gallen, F. V. (2012). Learning the concept of area and perimeter by exploring their relation. *IndoMS. J.M.E*, 3(1), 41-54.
- Wun, T. Y. (2010). *Preservice secondary school mathematics teachers' subject matter knowledge of perimeter and area*. (Tesis Doktor Falsafah tidak diterbitkan). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Wun, T. Y., Sharifah Norul Akmar, S.Z., & Lim, H. L. (2010). Examining preservice teachers' knowledge of area formulae. International conference on Mathematics Education Research 2010 (ICMER 2010). *Social and Behavioral Sciences*, 8, 198-206.
- Yeo, K. K. J. (2008). Teaching area and perimeter: Mathematics pedagogical content knowledge in action. Dalam M. Goos, R. Brown, & K. Maker (Eds.). *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (h. 621-627). Brisbane, QLD: MERGA.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods* (ed. ke-2). Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (ed. ke-3). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (ed. ke-4). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

- Zacharos, K. (2006). Prevailing educational practices for area measurement and students' failure in measuring areas. *Journal of Mathematical Behavior*, 25(3), 224-239.
- Zembat, I. O. (2010). Prospective elementary teachers' conceptions of volume. *Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2111-2115.
- Zhou, W. (2012). *Dimensions and levels of students' understanding of area measurement*. (Disertasi Doktor Falsafah tidak diterbitkan). Vanderbilt University, Nashville, Tennessee.